



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA ARANEOFAUNA
(ARACHNIDA: ARANEAE) EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE
XOCHICALCO, MORELOS, MEXICO**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A:
EMMANUEL VILLA COSME

DIRECTOR
M. EN B.I.B. y C. MIGUEL MENÉNDEZ ACUÑA

CUERNAVACA, MORELOS

Mayo, 2023

Dedicatorias

A mi *Ma*, Lety y a mi *Pa*, Valdo:

Por ser el pilar de mi existencia. Porque me han impulsado siempre a seguir adelante con mis estudios. Por estar siempre pendiente de mi avance académico en cada una de mis etapas de estudio. Por inculcarme los valores que hasta hoy día me han convertido en la persona que soy. Probablemente no he sido el mejor de los hijos, pero siempre trato de mejorar. Los amo.

A mis hermanos Mariela y Emir:

Espero me permitan nombrar a Wallace (nuestro perrito) como un hermano más (aunque a uno de ustedes dos no le hace mucha gracia esa idea). Dedico a ustedes este trabajo debido al apoyo recíproco que hemos tenido. Por todas las aventuras y también discusiones que hemos pasado. Sé que probablemente los he aburrido con largas charlas sobre arácnidos y en específico de arañas, aun así, siempre han estado dispuestos a escucharme. Los amo.

A mi familia en general:

Mi enorme familia conformada por no recuerdo exactamente cuántos integrantes. Pero sé que con todos y cada uno de ustedes he pasado grandes momentos.

Mis abuelitas y abuelitos, que me han cuidado desde que era pequeño y me han dado amor infinito, consejos y tiempo. Por sus mimos y en verdad hacerme sentir amado, así como por todo el apoyo y ayuda que me han brindado a lo largos de sus vidas, y la mía.

Mis tías y tíos, que han cuidado de mi desde que era pequeño, que también me han brindado su amor, apoyo, ayuda y consejos. Por estar pendiente, en particular, de mi paso como universitario. Me motiva saber que ustedes también se alegran con mis logros.

Mis primas y primos, tantas aventuras, historias, charlas y discusiones desde pequeños y alguna que otra fiesta ahora que somos grandes.

A todas y todos ustedes, los amo, son los mejores.

En memoria de Benjamín Bocanegra Pérez
(1982-2022)

Salmos 102: 26-27

²⁶. Ellos perecerán, mas tú permanecerás; y todos ellos como un vestido se envejecerán; y como ropa de vestir los mudarás y serán mudados. ²⁷. Pero tú eres el mismo y tus años no se acabarán.

Agradecimientos

Me permito mencionar primero al M. en B.I.B. y C. Miguel Menéndez Acuña, por brindarme la oportunidad de trabajar junto a él, por todo el apoyo con literatura, por las charlas, consejos y correcciones, por el enorme apoyo en campo, y por mostrar interés en trabajar junto a mí con el fascinante grupo de las arañas desde el momento en que entablamos una primera conversación. Misma que no habría sido posible sin la M. en C. Milagros Córdova Athanasiadis, quien abrió la posibilidad de que hoy día me encuentre escribiendo este documento.

A la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) UAEM, por todo lo que me han enseñado y he aprendido en esta institución, por las grandes historias dentro de ella. A todo el personal docente y administrativo que realmente hace su trabajo. A todas y todos las profesoras y profesores con quienes tuve el gusto de ser su alumno, porque muchos de ustedes en verdad ponen ese empeño y pasión por enseñar y transmitir su conocimiento. No es fácil guiar a un estudiante, y muchos de ustedes realmente lo saben hacer. En especial a la Dra. Rosa Cerros Tlatilpa, porque como tutora me animaba a tomar talleres extracurriculares y/o conferencias magistrales, por ser una de las mejores profesoras que tuve en la universidad y por mostrarme su apoyo en resolver algunas de las situaciones/dificultades que se me presentaron académicamente. Siempre tendré aprecio hacia usted.

A todo mi comité sinodal:

M. en B.I.B. y C. Miguel Menéndez Acuña (CIB y C, UAEM)

Dra. Ma Ventura Rosas Echeverría (LSI, EESJ UAEM)

Dr. Ricardo Paredes León (CNAC, IB UNAM)

Dra. Leticia Valencia Cuevas (CIB y C, UAEM)

Biol. Juan Carlos Sandoval Manrique (FCB, UAEM)

Infinitas gracias por dedicar tiempo a la revisión de este documento, por sus acertados comentarios, sugerencias y en ocasiones clases extra escolares, así como por facilitarme literatura difícil de obtener. De no ser por ustedes este documento no habría mejorado considerablemente.

Al Arqueólogo José Cuauhtli A. Medina Romero y a todo el personal de la Zona Arqueológica de Xochicalco que siempre nos recibieron con las puertas abiertas, por permitirnos llevar a cabo los muestreos en el sitio, así como por toda la atención brindada en cada evento de recolecta. Al Sr. Ángel y al Sr. Manuel (Q.E.P.D.) por las charlas respecto a la historia de la Zona Arqueológica, por facilitarnos los nombres de las secciones que componen a la Zona Arqueológica y el nombre de los cerros dentro de la zona, así como por mostrarnos los caminos que conducen a ellos.

A nuestro equipo de recolectores en campo: Fernando (Fer) Pilo García, Ixil Pineda Ibarra, José Alberto (Beto) Meza Vega, Zurisadai (Zuri) Suárez Álvarez, Ismael (Isve) H. Vera Navarro, Roberto (Robert) Bahena Sánchez, Miguel (Leve) A. García Andraca, Alma Mejía Montoya, Jesús Robles Torres, Edgar D. Mason Romo y a sus estudiantes que participaron en algunas recolectas. Que, aunque no todos ustedes participaron en las mismas salidas a campo, aguantaron largas caminatas, el material de campo, el abrazador sol y a veces hambre; en campo nunca faltaron los momentos graciosos ni las salidas esporádicas, sin todos ustedes, muchos de los muestreos no habrían sido posibles. De manera especial, gracias a Beto y a Fer por las fotografías de los ejemplares en campo.

A mis compañeros y amigos de carrera: Beto, Fernanda, Salma, Karla, Joaquín, Vanesa, Grisel, Felipe, Isve, Alexis, Roberto, Copca, Ixil, Zuri, Laura, “Leve”, Aldair... y aquellos con quienes conviví, por las retas de fucho, los juegos de billar, las salidas a comer, los intercambios de ideas, bicheos, las risas, fiestas, o por algunas conversaciones ociosas y en general, por hacer que mi vida como universitario haya sido más relajada. Siempre tendré aprecio hacia ustedes.

Finalmente, pero no menos importante, quiero mencionar nuevamente a mis padres, por el enorme apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera, así como para comprar mi material de campo y en ocasiones disponer de su tiempo para trasladarme a mí y a mis compañeros a la Zona Arqueológica para llevar a cabo mis muestreos. Por mostrar interés en lo que hago y siempre apoyarme en todo, infinitas gracias.

Índice

Resumen

1. Introducción	1
2. Antecedentes.....	5
2.1 Orden Araneae	5
2.1.1 Importancia ecológica	7
2.1.2 Alimentación	7
2.2 Trabajos realizados con el orden Araneae en el estado de Morelos	8
3. Justificación	13
4. Hipótesis.....	13
5. Objetivos	14
5.1 General.....	14
5.2 Particulares.....	14
6. Área de estudio.....	15
6.1 Localización, flora y fauna	15
6.2 Clima	16
6.3 Cultura.....	17
7. Materiales y métodos	18
7.1 Trabajo de campo	18
7.1.1 Métodos activos	19
7.1.2 Métodos pasivos	20
7.2 Trabajo de gabinete.....	21
7.3 Análisis de datos	21
7.3.1 Riqueza y Composición.....	21
7.3.2 Diversidad	21
7.4 Estacionalidad.....	25
7.5 Cambios fenológicos	25
7.6 Evaluación de los métodos de recolecta	26
7.7 Evaluación de la calidad del inventario	26
8. Resultados	29
8.1 Estructura de la comunidad de arañas de la Zona Arqueológica de Xochicalco	29

8.2 Estacionalidad.....	32
8.2.1 Periodo estacional de sequías.....	32
8.2.2 Periodo estacional de lluvias.....	35
8.3 Diversidad beta.....	38
8.4 Fenología.....	40
8.5 Evaluación de los métodos de recolecta	43
8.5.1 Paraguas entomológico	44
8.5.2 Red de golpeo	45
8.5.3 Búsqueda directa.....	46
8.5.4 Trampas de caída.....	48
8.5.5 Trampas de suelo suspendido.....	49
8.6 Estimación de la riqueza	51
9. Discusión	52
9.1 Estructura de la comunidad de arañas	52
9.1.1 Riqueza y abundancia de Araneae	53
9.2 Estacionalidad y fenología	56
9.3 Diversidad beta.....	61
9.4 Evaluación de los métodos de recolecta	61
9.4.1 Paraguas entomológico	61
9.4.2 Red de golpeo	62
9.4.3 Búsqueda directa.....	63
9.4.4 Trampas de caída.....	63
9.4.5 Trampas de suelo suspendido.....	64
9.5 Estimación de la riqueza	64
10. Conclusiones.....	67
Literatura citada	68
Apéndice I.....	76
Apéndice II.....	84

Índice de Figuras

Figura 1. Esquematación de los subordenes Mesothelae y Opisthothelae	6
Figura 2. Orientación y plano de movimiento de los quelíceros de una araña Mygalomorphae y Araneomorphae ...	6
Figura 3. Morfología general de una araña	6
Figura 4. Municipio de Miacatlán, Morelos.....	16
Figura 5. Imagen satelital de la Zona Arqueológica de Xochicalco, Morelos.....	16
Figura 6. Edificaciones en la Zona Arqueológica de Xochicalco	17
Figura 7. Ilustración de la red de golpeo	19
Figura 8. Ilustración del paraguas entomológico y tabla para golpeo	19
Figura 9. Ilustración de una trampa de caída; en acción.....	20
Figura 10. Trampas de suelo suspendido en acción	20
Figura 11. Índice de Shannon-Wiener	22
Figura 12. Fórmula para conversión de Shannon-Wiener a números efectivos de especies.....	23
Figura 13. Índice de dominancia de Simpson.....	23
Figura 14. Fórmula para conversión de dominancia de Simpson a especies efectivas.....	23
Figura 15. Coeficiente de similitud de Jaccard	24
Figura 16. Índice Beta de Simpson	25
Figura 17. Índice de Chao 1	27
Figura 18. Índice de Chao 2	28
Figura 19. Riqueza y abundancia de familias presentes en la Zona Arqueológica de Xochicalco	31
Figura 20. Riqueza y abundancia de familias durante la temporada de sequías.....	34
Figura 21. Riqueza y abundancia de familias durante la temporada de lluvias.....	37
Figura 22. Riqueza de familias por mes.....	40
Figura 23. Abundancia de individuos totales por mes.....	41
Figura 24. Abundancia de individuos adultos por mes.....	42
Figura 25. Abundancia de individuos juveniles por mes.....	42
Figura 26. Total de individuos con base en el método de recolecta	43
Figura 27. Gráfica que muestra las familias mas recolectadas con paraguas entomológico.....	45
Figura 28. Gráfica que muestra las familias mas recolectadas con red de golpeo	46
Figura 29. Gráfica que muestra las familias mas recolectadas con búsqueda directa.....	48
Figura 30. Gráfica que muestra las familias mas recolectadas con trampas de caída.....	49
Figura 31. Gráfica que muestra las familias mas recolectadas con trampas de suelo suspendido.....	50

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Familias e individuos totales en la Zona Arqueológica de Xochicalco.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 2. Familias e individuos totales durante la temporada de sequías.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3. Familias e individuos totales durante la temporada de lluvias.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4. Comunidades de arañas de las temporadas de sequías y lluvias.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 5. Familias recolectadas por medio de paraguas entomológico.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 6. Familias recolectadas por medio de red de golpeo.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 7. Familias recolectadas por medio de búsqueda directa.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 8. Familias recolectadas por medio de trampas de caída.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 9. Familias recolectadas por medio de trampas de suelo suspendido.</i>	<i>50</i>

Resumen

El orden Araneae es el séptimo grupo de artrópodos más diverso a nivel mundial, en México se tiene registro de alrededor de 66 familias, 534 géneros y 2 295 especies. La Zona Arqueológica de Xochicalco (ZAX), localizada en el municipio de Miacatlán, Morelos, se ha declarado patrimonio cultural de la humanidad por UNESCO, de esta manera conserva indirectamente a la flora y fauna albergada en el sitio. La ZAX cuenta con una extensión de 707 hectáreas y su vegetación está conformada por selva baja caducifolia. Este sitio cuenta con dos periodos estacionales muy bien marcados: lluvias y secas. Los inventarios taxonómicos, así como los estudios de diversidad son importantes para conocer qué especies existen en un área, por lo tanto, el objetivo general del presente trabajo fue evaluar la riqueza, abundancia, diversidad y composición de la comunidad de arañas. Para la obtención de los ejemplares, se realizaron recolectas mensuales diurnas a lo largo de un ciclo anual, con un esfuerzo de recolecta de cinco horas en cada muestreo. Se utilizaron cinco métodos de recolecta, los cuales fueron clasificados en activos y pasivos. Para evaluar la diversidad alfa se emplearon números efectivos de especies. La diversidad beta se cuantificó mediante dos medidas distintas; coeficiente de similitud de Jaccard y beta de Simpson. Para la estimación de riqueza, se utilizaron dos estimadores no paramétricos, uno basado en abundancia y uno en incidencia: Chao 1 y Chao 2 respectivamente. Se recolectaron un total de 1 968 ejemplares, de los cuales 525 fueron adultos y 1 443 juveniles. La comunidad de arañas de la ZAX se compone de 37 familias. Las familias dominantes son Salticidae, Oxyopidae y Thomisidae. La diversidad en la ZAX con orden 1 es de 12 familias efectivas, mientras que con orden 2 es de 8 familias efectivas. Con base en nuestros resultados, se proporcionan tres nuevos registros a nivel de familia para el estado de Morelos: Cybaeidae, Trechaleidae y Zodariidae. La diversidad con orden 1 de la comunidad de secas es de 11 familias efectivas, mientras que con orden 2 es de 7 familias efectivas. Por otro lado, la diversidad con orden 1 de la comunidad de lluvias es de 13 familias efectivas, mientras que con orden 2 es de 9 familias efectivas. Con base en estos últimos datos, podemos concluir que la comunidad de lluvias es 1.20 veces más diversa que la comunidad de sequías. La comunidad de lluvias alberga una riqueza de 33 familias y un total de 1 020 individuos, mientras que la comunidad de secas cuenta con una riqueza de 27 familias y 948 individuos. Con base en nuestros resultados, nuestra hipótesis y predicciones se cumplieron debido a que la época lluviosa se registró como la más diversa en contraste con la época seca. Del total de familias determinadas, 23 de ellas se comparten entre ambas estaciones y existe un recambio de más del 30% de familias entre ambas comunidades. De acuerdo con nuestros métodos establecidos, los activos fueron más eficientes en términos de abundancia que los pasivos, debido al mayor acceso a microhábitats y gremios al momento de la recolecta de ejemplares. Del mismo modo, dentro de los métodos activos la búsqueda directa registró la mayor riqueza de familias, mientras que el paraguas entomológico registró la mayor abundancia de individuos. Por otro lado, dentro de los métodos pasivos, las trampas de caída fueron más eficientes en términos de abundancia que las trampas de suelo suspendido. Con cada uno de nuestros métodos de recolecta se registró al menos una familia exclusiva. De acuerdo con nuestros resultados, logramos obtener el 85% del total de familias estimadas por el índice Chao 1 y el 67% del total estimado por Chao 2; se logró generar un inventario “comprehensivo” - “exhaustivo”, y “razonable” - “comprehensivo” con Chao 1 y Chao 2, respectivamente. De continuar muestreando en nuestro sitio de estudio, aumentar nuestro esfuerzo de recolecta o implementar muestreos nocturnos, es probable encontrar el resto de las familias estimadas dentro de nuestros modelos Chao. Así mismo, es probable encontrar individuos de aquellas familias determinadas en otros sitios con SBC en el estado de Morelos.

1. Introducción

Cuando se menciona a México como país megadiverso se hace gran mención de las plantas y los vertebrados, sin embargo, poco se habla de los invertebrados, como los artrópodos. Este grupo constituye cerca del 85% de la fauna mundial (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008) con alrededor de 1 200 000 especies actuales. El phylum Arthropoda se encuentra conformado por los subphylum Chelicerata, Crustacea, Hexapoda y Miriapoda (Giribet y Edgecombe, 2013). Los artrópodos carecen de estructuras óseas y en su lugar se encuentran cubiertos de un esqueleto externo que les brinda soporte y protección, además, están provistos de apéndices simétricos y articulados; algunos con función locomotora (Coddington *et al.*, 2004; Brusca y Brusca, 2005, Dunlop, 2010; Giribet y Edgecombe, 2013).

El subphylum Chelicerata, incluye a aquellos provistos de quelíceros y actualmente se encuentra conformado por tres clases: Arachnida, Pycnogonida y Xiphosura (Dunlop, 2010; Giribet y Edgecombe, 2013). Arachnida es el segundo grupo actual de artrópodos más diverso (Dunlop, 2010; Giribet y Edgecombe, 2013). Esta clase se encuentra conformada por 11 ordenes actuales: Acari (ácaros y garrapatas), Amblypygi (“arañas” látigo), Araneae (arañas), Opiliones (patones), Palpigradi (palpígrados), Pseudoscorpiones (falsos escorpiones), Ricinulei (garrapatas encapuchadas), Schizomida (mini-vinagrillos), Scorpiones (alacranes o escorpiones), Solifugae (“arañas” camello) y Thelyphonida (vinagrillos) (Coddington *et al.*, 2004; Brusca y Brusca, 2005). Los organismos que forman parte de esta clase tienen un cuerpo dividido en dos regiones: prosoma (el cual cuenta con ocelos, un par de quelíceros, un par de pedipalpos y cuatro pares de patas) y opistosoma (que se encuentra o no segmentado y carece de apéndices (a excepción del orden Araneae)) los cuales se unen por una pequeña estructura denominada pedicelo; este último se encuentra modificado en cada orden de esta clase (Coddington *et al.*, 2004; Brusca y Brusca, 2005; Francke, 2014).

El orden Araneae ocupa el séptimo lugar en diversidad a nivel mundial después de los cinco ordenes más grandes de insectos (Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Hemiptera) y Acari

(Coddington y Levi, 1991). Las arañas (Araneae) han logrado ajustar sus hábitos y necesidades de manera que pueden encontrarse a lo largo de todo el planeta, inclusive algunas especies pueden vivir en ambientes acuáticos. Estas son depredadoras, por lo que se alimentan de insectos u otras arañas, sin mencionar que pueden cazar vertebrados de pequeño tamaño, por otro lado, algunas muestran especialización en cierto tipo de alimento, por lo tanto, las arañas son un grupo considerado como regulador biológico (Coddington y Levi, 1991; Coddington *et al.*, 1996; Foelix, 1996; Langlands *et al.*, 2011).

A nivel global, es difícil inferir una cifra total de especies de arañas (Coddington y Levi, 1991), puesto que hay constantes reclasificaciones a nivel de familia, género e incluso especie. Actualmente se encuentran clasificadas en 132 familias, 4 314 géneros y 51 089 especies a nivel mundial (World Spider Catalog, 2023). La diversidad de araneofauna en México, se compone de alrededor de 2 295 especies ubicadas en 534 géneros y 66 familias (Hoffmann, 1976; Jimenez, 1996; Francke, 2014). Una de las características interesantes de las arañas es su veneno, debido a que tiene diferente acción en cada especie (Vetter y Visscher, 1998). Dentro de la araneofauna registrada para el país, destacan especies de importancia médica, agrupadas en los géneros *Latrodectus* Walckenaer, 1805 (Theridiidae) y *Loxosceles* Heineken y Lowe, 1832 (Sicariidae) (Levi, 1959; Durán-Barrón y Pérez, 2016).

La diversidad biológica es la variedad de ecosistemas, especies y genes que constituyen la riqueza natural de una región (Villarreal *et al.*, 2004). El estado de Morelos se encuentra favorecido en cuanto a su diversidad por diferentes factores, como su historia geológica, su topografía, su gradiente altitudinal y por su localización en la intersección de dos grandes regiones biogeográficas; la región Neártica y Neotropical. Esto permite que en esta zona de transición se encuentre flora y fauna característica de dichas regiones del continente americano. Además, el estado de Morelos se encuentra en la confluencia de dos regiones consideradas como centros de endemismos; la faja volcánica transmexicana y la cuenca del río Balsas (CEAMA-CONABIO, 2003). Aunado a esto, los trópicos son otra de las grandes áreas de endemismo (Coddington y Levi, 1991).

La Zona Arqueológica de Xochicalco (ZAX), localizada en el municipio de Miaatlán, Morelos, cuenta con una arquitectura que la caracteriza y convierte en una importante sede ceremonial/cultural. Esta zona cuenta con una extensión total de 707 hectáreas (Diario Oficial de la Federación, 1994) y la mayor parte de su flora está constituida por vegetación característica de selva baja caducifolia (SBC). En México, la SBC ocupa alrededor del 8% de la superficie del país. Este tipo de vegetación se desarrolla generalmente a una altitud menor a los 1 500 m, sin embargo, en diferentes partes del país ésta existe a una altitud entre los 0 y 1 900 msnm. Esta vegetación se caracteriza por tener altos niveles de endemismo y una marcada diferencia entre dos periodos estacionales al año, los cuales son el periodo estacional de lluvias y sequías; este último tiene una duración de hasta ocho meses. Ambos periodos estacionales contrastan claramente, debido a que durante el periodo de lluvias la vegetación es densa y de un color verde, mientras que en el periodo de sequías la mayor parte de la vegetación pierde su follaje, revelando una acentuada aridez. La altura promedio de los árboles en este tipo de vegetación tiende a ser menor de 15 m (Miranda y Hernández X, 1963; Trejo-Vázquez, 1999; Rzedowski, 2006). La ZAX se ha declarado patrimonio de la humanidad por UNESCO (Corona M, 2014), y gracias a ello conserva de manera importante e indirecta a la flora y fauna presente en el sitio.

Los inventarios taxonómicos, así como los estudios de diversidad, son importantes para conocer cuáles especies existen en un área (Villarreal *et al.*, 2004) y tomar las medidas de cuidado y/o conservación necesarias. Las arañas tienen una gran importancia como grupo siendo eficaces controladores biológicos (Coddington y Levi, 1991; Coddington *et al.*, 1996), es por ello, que es importante contribuir con información de la araneofauna distribuida en la ZAX y así generar conocimiento de las especies aquí presentes a través de la elaboración de un listado faunístico.

El presente estudio, al ser uno de los primeros desarrollados con el orden Araneae en la ZAX documenta la riqueza de arañas en la zona, de tal modo que este estudio se sume a los anteriores trabajos realizados con diferentes taxones en el sitio mencionado. Así mismo, se evaluó a la comunidad de arañas en cuanto a su riqueza, abundancia, diversidad y composición a partir de la realización de recolectas

mensuales, posteriormente se llevó a cabo la identificación de los ejemplares al nivel taxonómico más fino posible por medio de literatura especializada.

Se planteó la hipótesis que la estructura de la comunidad de arañas en la ZAX, será diferente en los periodos estacionales de lluvias y sequía, debido a cambios en los factores ambientales y a los diferentes gremios que componen esta comunidad. Derivado de esto, en época de lluvias la riqueza, abundancia y diversidad de arañas será mayor que en el periodo estacional de sequía.

2. Antecedentes

2.1 Orden Araneae

El orden Araneae es el séptimo grupo con mayor diversidad en el planeta (Coddington y Levi, 1991), con más de 51 mil especies a nivel mundial (World Spider Catalog, 2022). Al igual que muchos integrantes del phylum Arthropoda, las arañas realizan mudas periódicas para su crecimiento. El orden Araneae se clasifica en dos subordenes: Opisthokotae y Mesothelae, diferenciados por la posición de las hileras (apéndices modificados para hilar seda) y la segmentación del opistosoma. Mesothelae tiene hileras dispuestas en la parte media del opistosoma, y a su vez el opistosoma se encuentra segmentado. Opisthokotae por el contrario, tiene hileras en la parte posterior del opistosoma, y en los individuos de este suborden el opistosoma no se encuentra segmentado (Figura 1); dentro de Opisthokotae existen dos infraordenes separados principalmente por la orientación de las uñas de los quelíceros: Mygalomorphae (aproximadamente 10% de las especies de arañas) con quelíceros paraxiales y Araneomorphae (aproximadamente 90% de las especies de arañas) con quelíceros diaxiales (Figura 2) (Coddington y Levi, 1991; Foelix, 1996; Dunlop, 2010; Francke, 2014; Wheeler *et al.*, 2017).

En el prosoma de las arañas se insertan un par de quelíceros generalmente asociados a una glándula de veneno (excepto en la familia Uloboridae Thorell, 1869), un par de pedipalpos (que en los machos adultos se encuentran modificados para la reproducción), cuatro pares de apéndices locomotores (con siete segmentos cada uno: coxa, trocánter, fémur, patela, tibia, metatarso y tarso) con dos o tres uñas terminales cada uno, ocelos (el número de ocelos puede variar de cero a ocho), fóvea, labio, enditos y esternón. El opistosoma carece de segmentación (exceptuando a Mesothelae) y en él se encuentran las sigilas, un parche de sedas urticantes (sólo en algunos grupos), un surco epigástrico, uno o dos pares de pulmones en libro, un epiginio (sólo en hembras; no es visible en algunos grupos), un espiráculo traqueal, glándulas productoras de seda (asociadas a hileras), un *colulus*, dos o tres pares de hileras y un tubérculo anal. El prosoma y opistosoma se encuentran unidos por una pequeña estructura denominada pedicelo (Figura 3). Algunas arañas tejen telas con diferente estructura para la captura de sus presas, otras son

errantes y van en busca de su alimento (Foelix, 1996; Jimenez, 1996; Coddington *et al.*, 2004; Brusca y Brusca, 2005; Dunlop, 2010; Francke, 2014, Melic *et al.*, 2015; Ubick *et al.*, 2017).

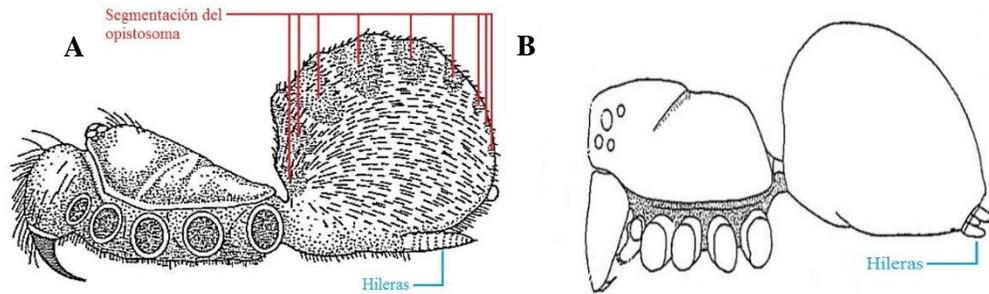


Figura 1. Esquematación de los subordenes Mesothelae (A) y Opisthothelae (B). (Modificado de Brusca y Brusca, 2005)

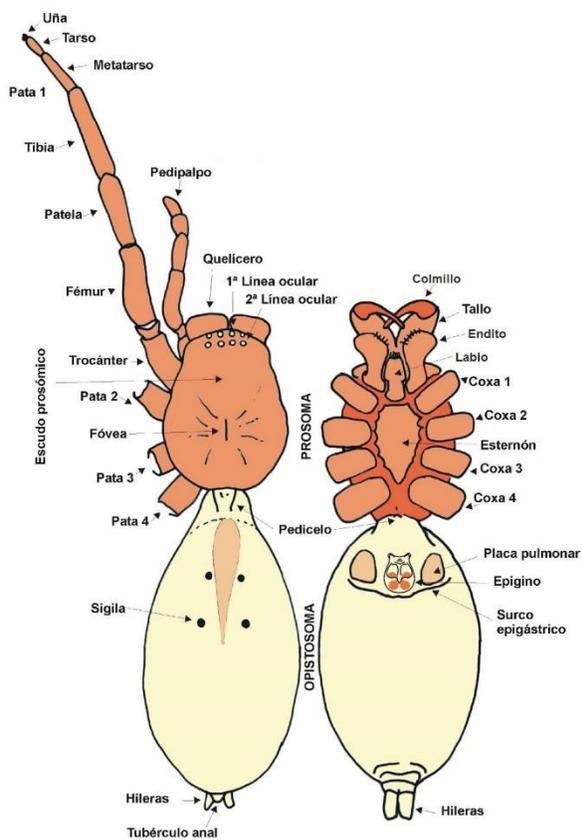


Figura 5. Morfología general de una araña. (Modificado de Melic *et al.*, 2015)

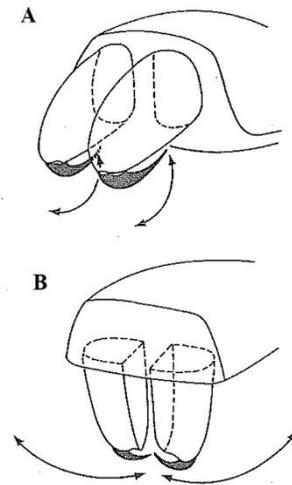


Figura 4. Orientación y plano de movimiento de los quelíceros de una araña Mygalomorphae (A) y Araneomorphae (B). (Brusca y Brusca, 2005)

2.1.1 Importancia ecológica

Las arañas cumplen una función importante dentro de los ecosistemas puesto que son reguladores de las poblaciones de insectos y en las cadenas tróficas también fungen como alimento para otros invertebrados y pequeños vertebrados (Coddington y Levi, 1991; Coddington *et al.*, 1991; 1996). En cuanto a indicadores de conservación y/o perturbación, las arañas son buenos modelos para estos estudios. Por ejemplo, perturbaciones como incendios, señalan que después de éstos, en un periodo corto de tiempo las especies que predominarán serán las que tienen gran tamaño, hábitos de cacería errantes o mediante emboscada (en galerías) y no tienen gran capacidad de dispersión. Pasado un tiempo aproximado de cinco a ocho años, empezarán a predominar aquellas con hábitos de cacería mediante redes aéreas y aquellas con mayor hábito de dispersión mediante telas en forma de globos aerostáticos, en comparación con sitios recientemente quemados. En cambio, en sitios con más de diez años después de un incendio, predominarán aquellas especies de menor tamaño, con cacería mediante redes aéreas, se encontrarán especies con cacería especializada, arañas con ciclos de vida cortos y con amplio rango de dispersión mediante telas en forma de globos aerostáticos (Langlands *et al.*, 2011). En lugares como viñedos la actividad de las arañas tanto en el día como en la noche resulta similar, puesto que en estos lugares las arañas fungen como grandes depredadoras y siempre abundan posibles presas potenciales (Costello y Daane, 2005).

2.1.2 Alimentación

En cuanto a su alimentación, las arañas son depredadoras, pero no todas se alimentan de insectos, otros invertebrados o pequeños vertebrados, también se ha observado fitofagia en arañas. Algunas especies de familias como Anyphaenidae Bertkau, 1878, Salticidae Blackwall, 1841, Thomisidae Sundevall, 1833 y Theridiidae Sundevall, 1833 entre otras, pueden alimentarse de plantas, principalmente de productos como néctar, savia, semillas o polen; *Bagheera kiplingi* Peckham & Peckham, 1896 (Salticidae) con distribución en México, es una de estas especies que pueden alimentarse de productos de plantas (Nyffeler *et al.*, 2016).

Aunado a su alimentación, Chen *et al.* (2018) demostraron que hay una especie de araña capaz de alimentarse mediante pequeñas gotas de una sustancia proteica; *Toxeus magnus* Saito, 1933 (Salticidae), alimenta a sus descendientes con esta sustancia (resultado posiblemente de huevos inviables que fungen como alimento para las crías recién emergidas) que secreta del surco epigástrico. Estos autores mencionan que las crías no dependen completamente de esta sustancia, pero que es la principal forma de alimentación hasta que son subadultos, por lo tanto, este alimento juega un papel importante en el desarrollo de las crías. No obstante, estas arañas también salen de sus refugios a forrajear para complementar su dieta y su desarrollo (Chen *et al.*, 2018).

2.2 Trabajos realizados con el orden Araneae en el estado de Morelos

Se tiene conocimiento de diferentes estudios que han abordado la araneofauna de Morelos:

- Hoffmann (1976), elaboró una primera relación bibliográfica de las familias y especies de arañas citadas para México con base en una exhaustiva búsqueda de literatura de la época. En el mismo manuscrito, se presentan los taxones dentro de Araneae registrados para cada estado del país. Para el estado de Morelos, se citan un total de 24 familias, 58 géneros y 90 especies.
- Jiménez (1996), realizó un inventario taxonómico de las especies de arañas distribuidas en el país, mediante una extensa búsqueda de literatura. De igual forma, reportó el total de especies de arañas hasta ese momento registradas para cada estado del país. Para el estado de Morelos registró un total de 72 géneros y 124 especies; no se proporciona la identidad de las especies ni el número de familias para el estado.
- Nieto-Castañeda (2000), realizó un inventario de arañas en localidades en la parte alta del río Balsas de los estados de Puebla y Morelos, en el cual reportó 50 especies pertenecientes a 37 géneros y 15 familias en toda la zona de muestreo. Para las cuatro localidades muestreadas del estado de Morelos reportó un total de 39 especies, de las cuales 13 especies, 10 géneros y 1 familia fueron nuevos registros para el estado.

- Nieto-Castañeda *et al.* (2014), llevaron a cabo muestreos de arañas en 20 localidades de la cuenca del río Balsas, éste abarcó los estados de Guerrero, Morelos y Puebla. Para este estudio, reportan 29 especies de arañas en Morelos, de las cuales 10 fueron nuevos registros para el estado.
- González-Brito (2015), determinó el efecto de la contaminación por metales pesados sobre la comunidad de artrópodos asociados a la vegetación de los jales mineros en Huautla, Morelos. Realizó dos muestreos mensuales durante la temporada de lluvias y para la captura de los individuos empleó redes entomológicas y búsqueda directa. Para el orden Araneae recolectó un total de 1 230 individuos, los cuales determinó en 27 familias. Las familias dominantes fueron Thomisidae, Araneidae y Oxyopidae. En su trabajo detectó que individuos de los géneros *Euagrus* Ausserer, 1875 (Euagridae), *Cesonia* Simon, 1893 (Gnaphosidae), *Oecobius* Lucas, 1846 (Oecobiidae) y *Euryopsis* Menge, 1868 (Theridiidae) pueden considerarse como posibles bioindicadores de contaminación por metales.
- Rivas-Herrera (2015), evaluó a la araneofauna errante (a nivel de familia) en parcelas con tratamientos de restauración ecológica en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (REBIOSH), Morelos. Su trabajo lo realizó en parcelas deforestadas para la siembra de maíz que después de un tiempo fueron abandonadas, parcelas para tratamientos de restauración ecológica y parcelas perturbadas por actividad antrópica y ganadera. Las nueve parcelas que muestreó las reporta con una riqueza y abundancia estadísticamente similar en arañas errantes, mientras que en época de lluvias y secas cambió la composición de dicha araneofauna. Finalmente obtuvo un total de 690 arañas errantes, las cuales determinó en 17 familias.
- Hernández-Silva (2016), evaluó a la araneofauna de vegetación (a nivel de familia) en tratamientos de restauración ecológica en la REBIOSH. Para ello, evaluó tres sitios excluidos, tres sitios excluidos con plantación y tres sitios perturbados. Obtuvo un total de 1 799 ejemplares los cuales determinó en 22 familias, no obstante, encontró que la diversidad en todos sus sitios fue baja, por consecuente, fueron poco diversos.

- Sosa-Romero *et al.* (2016), realizaron un estudio sobre el género *Mexigonus* Edwards, 2002 (Salticidae) en un bosque templado al norte del municipio de Cuernavaca, Morelos. En el cual reportan un nuevo registro a nivel de género y especie para el estado: *Mexigonus* aff. *arizonensis*; ellos obtuvieron una mayor abundancia de ejemplares en los meses de junio a noviembre, lo cual coincide con el periodo estacional de lluvias.
- Sosa-Romero (2017), evaluó una comunidad de arañas de la familia Salticidae en un bosque de pino-encino al norte del municipio de Cuernavaca, Morelos. Para ello, realizó transectos a diferentes gradientes altitudinales, con vegetación conservada y en grado de perturbación. Esta autora recolectó un total de 693 ejemplares, los cuales determinó en 18 morfoespecies agrupadas en 11 géneros.
- Menéndez-Acuña (2017), llevó a cabo un estudio con plantas y arañas asociadas a *Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock en cuatro localidades diferentes del estado de Morelos. En lo que respecta a su trabajo con arañas, realizó cuadrantes alrededor de árboles de *B. copallifera*, en los cuales recolectó a las arañas asociadas a ellos. La comunidad de éstas tuvo un total de 3 762 ejemplares, los cuales determinó en 177 especies, ubicadas en 114 géneros y 40 familias.
- Salas-Rodríguez (2017), realizó un trabajo con la familia Araneidae en tres localidades de la REBIOSH, Morelos. De los 620 ejemplares que obtuvo, 257 fueron adultos, mismos que utilizó para la determinación de las especies. Ella encontró 16 especies ubicadas en 13 géneros, de las cuales ocho especies son nuevos registros para el estado y las 16 especies que determinó son los primeros registros para las localidades muestreadas.
- Rebollo-Salinas (2019), evaluó la bioacumulación de metales pesados utilizando como modelo de estudio una cadena trófica (maíz (*Zea mays*, L.), chapulín (*Sphenarium purpurascens* (Charpentier, 1845)) y a una especie de araña (*Neoscona oaxacensis* (Keyserling, 1864))) en jales mineros, Huautla, Morelos. En su estudio encontró que conforme avanza la cadena trófica (maíz-

chapulín-araña) existe biomagnificación de algunos metales pesados (*e.g.* Plomo, Cobre, entre otros). Así mismo, encontró que las arañas utilizadas en su modelo de estudio biomagnifican metales pesados, los cuales adquieren mediante la ingesta de chapulín; los metales se almacenan en el cuerpo de la araña, pudiendo eliminar parte de ellos en el exoesqueleto y excretas.

- Durán-Barrón (2020), dedicó un capítulo referente a las arañas del estado de Morelos en el libro “La Biodiversidad en Morelos, Estudio de Estado 2, Volumen II”, en el cual hace mención de los trabajos realizados con arañas en el estado, así como la diversidad del grupo, importancia, estado de conservación, problemática de la venta ilegal de algunas arañas (tarántulas) como mascotas y las acciones de conservación de las mismas, debido al impacto sobre las poblaciones naturales de tarántulas como resultado de la fragmentación y destrucción de su hábitat. En este trabajo, cita para el estado de Morelos un total de 23 familias, 64 géneros y 104 especies.
- Medina-Soriano *et al.* (2021), elaboraron un capítulo de arácnidos en el libro “Diversidad biológica e importancia cultural del estado de Morelos”, en el cual presentan un listado con las especies de arañas con distribución en el estado. Los autores mencionan un total de 106 especies, clasificadas en 52 géneros y 19 familias. Así mismo, abordan aquellas especies de importancia médica y las arañas protegidas por el acuerdo internacional CITES (Convention on International Trade in Endangered Species).
- Clement-Carretero *et al.* (2021), dedicaron un capítulo sobre tarántulas del género *Brachypelma* Simon, 1891 (Theraphosidae) en el libro “Diversidad biológica e importancia cultural del estado de Morelos”. En el capítulo enfatizan el uso de péptidos contenidos en el veneno de algunas especies de este género, en la rama de la biotecnología: como en el uso de antibióticos, insecticidas y analgésicos. Los autores mencionan que esto es posible una vez separado el veneno por medio de espectrometría, secuenciación automatizada de Edman o separación por HPLC.

En la Zona Arqueológica de Xochicalco se han elaborado proyectos de tesis con mastofauna y herpetofauna, sin embargo, el estudio de artrópodos, específicamente de Arachnida es escaso:

- Menéndez-Acuña (2017), realizó un estudio de plantas y arañas asociadas a *Bursera copallifera* en cuatro localidades del estado de Morelos, una de ellas fue la Zona Arqueológica de Xochicalco. Él reportó para la misma 80 especies de arañas, las cuales determinó en 49 géneros y 28 familias; la familia Araneidae destacó por presentar la mayor riqueza y la familia Thomisidae presentó la mayor abundancia. A nivel de género, los que presentaron la mayor riqueza fueron *Mangora* O. Pickard-Cambridge, 1889 y *Micrathena* Sundevall, 1833 (Araneidae) junto con *Mecaphesa* Simon, 1900 (Thomisidae) con tres especies cada uno, y en abundancia el mayor fue *Peucetia* (Oxyopidae) con 44 ejemplares. La especie registrada con mayor abundancia fue *Peucetia longipalpis* F.O. Pickard-Cambridge, 1902 con un total de 44 individuos.

3. Justificación

La pérdida de SBC debido a diferentes factores, genera como consecuencia una pérdida en la diversidad que esta alberga. Los inventarios taxonómicos y estudios de diversidad son importantes para conocer cuales especies se encuentran en una determinada área, y en la ZAX se han realizado diferentes estudios con fauna, sin embargo, los trabajos realizados están enfocados en vertebrados y pocos son los estudios con invertebrados. Por ende, en el presente estudio al ser uno de los primeros en trabajar con el orden Araneae en la ZAX, se da a conocer la riqueza de arañas con distribución en la zona, de manera que el sitio cuente con el registro de dicha araneofauna y un listado de éste, ya que las arañas son un importante grupo taxonómico que funge como controladores biológicos.

4. Hipótesis

La estructura de la comunidad de arañas en la ZAX, será diferente en los periodos estacionales de lluvias y sequía, debido a los cambios en los factores ambientales.

Predicciones

En época de lluvias la riqueza, abundancia y diversidad de arañas será mayor que en el periodo estacional de secas, debido a los cambios en la vegetación y a que ésta proporciona una mayor cantidad de microhábitats durante lluvias, además de los diferentes gremios que componen dicha comunidad.

5. Objetivos

5.1 General

Evaluar la comunidad de arañas en términos de riqueza, abundancia, diversidad y composición, así como sus cambios fenológicos y estacionales en la Zona Arqueológica de Xochicalco.

5.2 Particulares

Evaluar y describir la riqueza, abundancia, diversidad, composición y dominancia de las arañas en la Zona Arqueológica de Xochicalco, así como elaborar un listado taxonómico del sitio.

Comparar la riqueza, abundancia, diversidad, composición y dominancia presente en cada uno de los dos periodos estacionales en la ZAX.

Evaluar la eficacia de los métodos de recolecta empleados en términos de abundancia y composición.

Calcular los estimadores de riqueza a nivel de familia.

Elaborar las diagnosis para cada una de las familias encontradas en el sitio.

6. Área de estudio

6.1 Localización, flora y fauna

La ZAX fue declarada patrimonio de la humanidad por la UNESCO (Corona M, 2014). Esta se localiza en el municipio de Miacatlán, Morelos (Figuras 4-5) y tiene una extensión de 707 hectáreas (Diario Oficial de la Federación, 1994). La mayor parte de su vegetación está conformada por SBC. La estructura de ésta SBC varía a lo largo de su extensión en México y se caracteriza por su alta diversidad (Miranda y Hernández X, 1963; Trejo-Vázquez, 1999). Dentro de la ZAX se puede encontrar vegetación de los géneros *Bidens* L., *Tagetes* L. (Asteraceae), *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae), *Ipomoea* L. (Convolvulaceae), *Dioscorea* L. (Dioscoreaceae), *Croton* L., *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae), *Acacia* Mill, *Coursetia* DC., *Mimosa* L. (Fabaceae) y *Physalis* L. (Solanaceae) (Menéndez-Acuña, 2017), por mencionar algunos. La SBC carece de valor en la explotación forestal debido a la forma y tamaño de sus árboles, sin embargo, en las comunidades locales utilizan esta vegetación para diferentes fines: cultivos, ganaderos, construcción, combustible, etc. (Rzedowski, 2006). Cabe mencionar que una parte de la vegetación en la ZAX se encuentra en cierto grado de perturbación, debido en parte a la actividad ganadera; por ejemplo, es posible encontrar heces de ganado vacuno (obs. pers.). Además, contiguo a uno de los límites de la ZAX se encuentran parcelas utilizadas para la agricultura.

En cuanto a fauna, se distribuyen géneros de mamíferos como *Canis* Linnaeus, 1758 (Canidae), *Odocoileus* Rafinesque, 1832 (Cervidae), *Didelphis* Linnaeus, 1758 (Didelphidae), *Leopardus* Gray, 1842, *Lynx* Kerr, 1792. *Panthera* Oken, 1816 (Felidae), *Sylvilagus* Gray, 1867 (Leporidae), *Mephitis* É. Geoffroy Saint-Hilaire & Cuvier, 1795 (Mephitidae), *Bassariscus* Coues, 1887 y *Procyon* Storr, 1780 (Procyonidae) (Rebolledo-Olvera, 2012), por mencionar algunos. De reptiles, se pueden encontrar géneros como *Sonora* Baird & Girard, 1853, *Salvadora* Baird & Girard, 1853 y *Trimorphodon* Cope, 1861 (Colubridae), *Ctenosaura* Wiegmann, 1828 (Iguanidae), *Sceloporus* Wiegmann, 1828 (Phrynosomatidae), *Aspidoscelis* Fitzinger, 1843 (Teiidae) y *Agkistrodon* Palisot de Beauvois, 1799 (Viperidae) (Bolaños-Gutiérrez, 2013). Para el caso de anfibios, *Incilius* Cope, 1862, *Rhinella* Fitzinger,

1826 (Bufonidae), *Smilisca* Cope, 1865 (Hylidae) y *Lithobates* Fitzinger, 1843 (Ranidae), por mencionar algunos (Bolaños-Gutiérrez, 2013).



Figura 6. Municipio de Miaatlán (en color amarillo), Morelos. (INEGI, 2023)

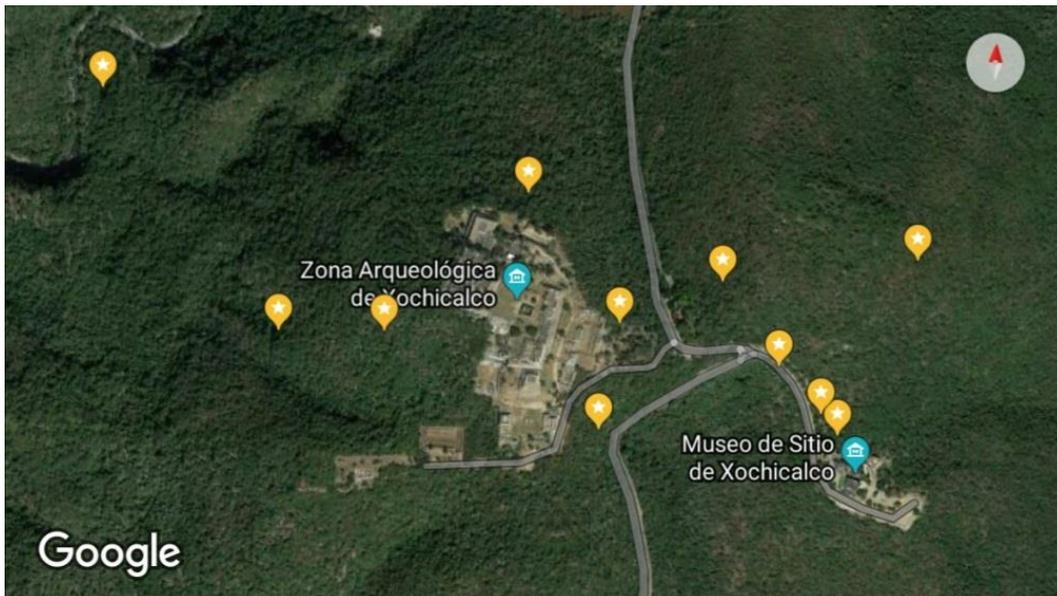


Figura 9. Imagen satelital de la Zona Arqueológica de Xochicalco, Morelos. Las marcas en color amarillo representan los puntos de recolecta (Google Maps, 2020)

6.2 Clima

El clima es de tipo subtropical húmedo caluroso, con una temperatura media anual de 23 °C. Su precipitación media es de 1.171 mm al año y la evaporación media es de 2.025 milímetros por año (CONAGUA, 2019). El periodo de lluvias comienza en el mes de junio y termina en el mes de octubre, mientras que las sequías inician en el mes de noviembre y finalizan en el mes de mayo (Plan Municipal de Desarrollo, 2013).

6.3 Cultura

Xochicalco fue un lugar con asentamiento de grupos Xochicalcas y cuenta con una detallada e importante arquitectura. Esta Zona Arqueológica fue una de las comunidades urbanas prehispánicas más grandes del altiplano, y se especula que mantenían contacto con grupos distantes provenientes de la costa del Golfo, el estado de Guerrero, Valle de Oaxaca y la península de Yucatán. De acuerdo con las características constructivas de la ZAX, se cree que en su momento fue una ciudad fortificada de acceso difícil y restringido, que contaba, además, con un importante centro ceremonial. La ZAX también es considerada como una de las primeras construcciones con arquitectura militar. Todas estas características tienen similitud con otros asentamientos culturales contemporáneos (*e.g.* El Tajín) (Diario Oficial de la Federación, 1994; Corona-M, 2014). Dentro de la ZAX, es posible apreciar edificaciones como plazas, juegos de pelota, edificios, templos y palacios (Diario Oficial de la Federación, 1994) (Figura 6).

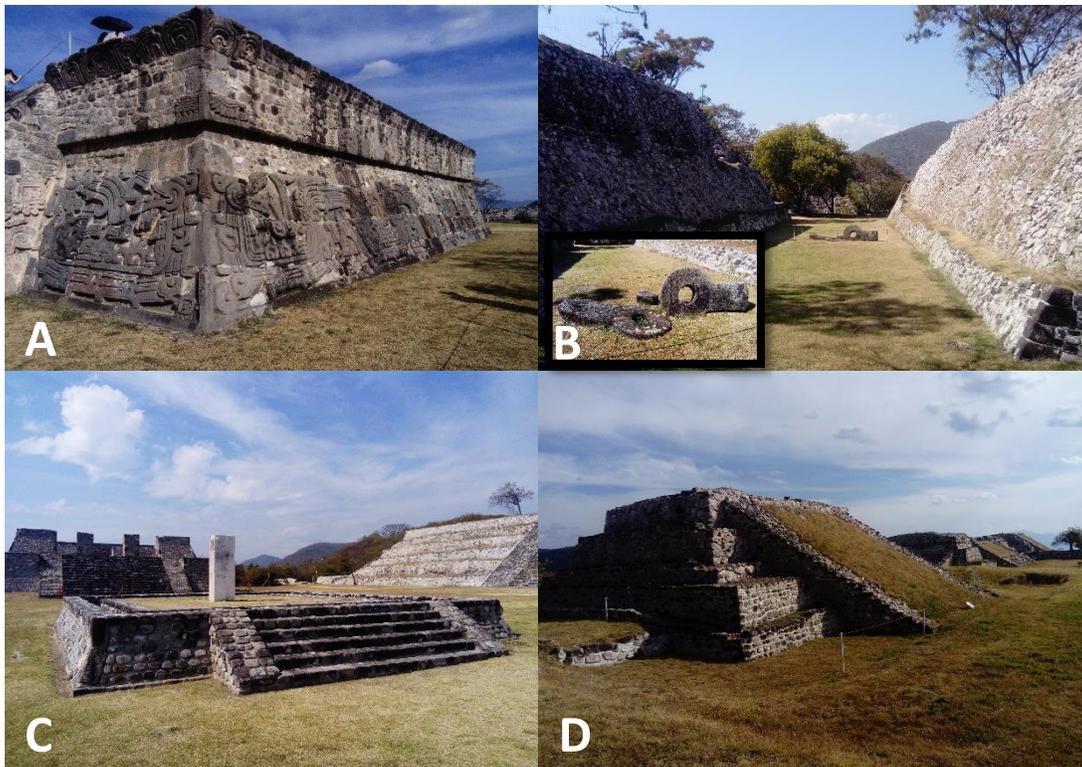


Figura 12. Edificaciones en la Zona Arqueológica de Xochicalco. Templo de Quetzalcoatl (A), Plaza del juego de pelota (B), Plaza de la estela de los dos glifos (C) y Pirámide dentro del sitio (D). **Créditos:** Emmanuel Villa-Cosme

7. Materiales y métodos

7.1 Trabajo de campo

Para obtener a los ejemplares, se realizaron muestreos con una duración de cinco horas diurnas, en un horario de 10:00 a 15:00 h, una vez por mes, durante el periodo de noviembre de 2018 a octubre de 2019. Cada muestreo contó con la presencia de cinco personas, cada persona utilizó un método diferente. Para ello, se utilizaron puntos de muestreo que abarcaron la ZAX (Figura 5); cabe resaltar que, al ser un sitio arqueológico, se tuvo acceso restringido a algunos lugares. Para la recolecta de los ejemplares, se utilizaron métodos activos y pasivos, en los cuales se incluyeron una red de golpeo, un paraguas entomológico, búsqueda directa, trampas de caída y trampas de suelo suspendido.

En un transecto se colocaron diez trampas de caída por cada punto de muestreo, las cuales se dejaron activas durante 21 días. Cinco de las trampas fueron seleccionadas al azar para ser incluidas en los índices de diversidad, y las cinco restantes fueron utilizadas para los datos de composición final (esto debido a que en un principio colocábamos seis trampas de caída, sin embargo, en cada uno de los primeros dos meses de recolecta una trampa fue extraída de su posición por personas ajenas al proyecto). Así mismo, se colocaron tres trampas de suelo suspendido por cada evento de recolecta, las cuales se dejaron activas durante 21 días (en conjunto con las trampas de caída); las tres trampas de suelo suspendido por muestreo fueron incluidas solo para la composición final, ya que a lo largo de los eventos de recolecta no fueron colocadas de manera homogénea, lo cual generó un sesgo en los resultados obtenidos con este método (este método se puso a prueba a lo largo de los meses de recolecta). Los ejemplares obtenidos con cada uno de los cinco métodos se depositaron en frascos con etanol al 97% y un membrete (etiqueta con nombres de recolectores, fecha de recolecta, método de recolecta, zona de estudio y punto de recolecta), para posteriormente llevar a cabo la debida identificación de cada uno de los individuos.

7.1.1 Métodos activos

Red de golpeo de vegetación. Se utilizó una red de 35 cm de radio con un mango de 70 cm de largo (Figura 7). Se seleccionó vegetación herbácea y arbustiva al azar en cada punto de muestreo y se procedió a golpear la vegetación para obtener a los ejemplares (Ubick *et al.*, 2017). Los ejemplares capturados en la red fueron tomados de manera manual y/o con ayuda de pinzas entomológicas.

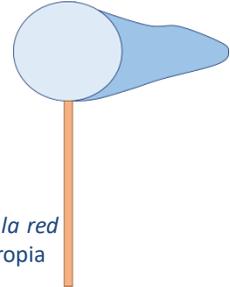


Figura 13. Ilustración de la red de golpeo. Elaboración propia

Paraguas entomológico. Se utilizó una manta con medidas de un metro por un metro con soportes (maderas) a contra esquina de cada una de ellas, y un palo cilíndrico de madera de tamaño similar para golpear la vegetación (Figura 8). En cada punto de colecta se seleccionaron árboles y arbustos al azar, se colocó la manta debajo de ellos para posteriormente golpear las ramas con la tabla (Ubick *et al.*, 2017). Los ejemplares de interés que cayeron sobre la manta fueron tomados de manera manual y/o con ayuda de pinzas entomológicas.

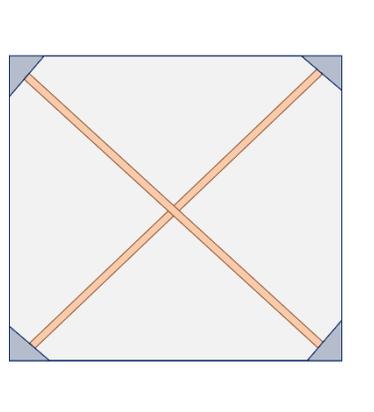


Figura 14. Ilustración del paraguas entomológico y tabla para golpear. Elaboración propia

Búsqueda directa. En cada uno de los puntos de muestreo se levantaron piedras, se revisó debajo y sobre troncos, hojarasca, en telarañas, sobre arbustos y árboles con el fin de recolectar arañas de manera manual o con ayuda de pinzas entomológicas.

7.1.2 Métodos pasivos

Trampas de caída. Para este método, se utilizaron 10 recipientes con un litro de capacidad, etanol al 97% y anticongelante para auto marca Bardahl®. Para cada recipiente, se escarbó un hoyo con el diámetro y la profundidad de éste, posteriormente, se enterró el recipiente al ras del suelo y se llenó a la mitad de su capacidad (500ml) con alcohol etílico (400ml) y anticongelante para auto (100ml) (Figura 9) (Ubick *et al.*, 2017).

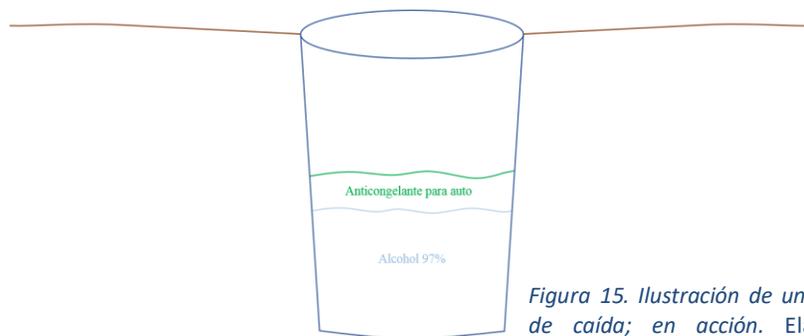


Figura 15. Ilustración de una trampa de caída; en acción. Elaboración propia

Trampas de suelo suspendido. Para este método, se elaboraron tres trampas con forma de prisma rectangular con dimensiones de 50 por 30 cm hechas mediante malla para gallinero. Se llenaron de hojarasca y suspendieron a un árbol diferente cada una, con el objetivo de que las arañas que habitan en el dosel de los árboles adoptaran estas trampas como hogar (Figura 10). Al retirarlas, la hojarasca de cada trampa se vació en una bolsa para posteriormente seleccionarse de ella a los ejemplares de interés. Cabe recalcar que los individuos recolectados con este método fueron excluidos de los análisis estadísticos.



Figura 17. Trampas de suelo suspendido en acción (A y B). Créditos: A: E. Villa-Cosme; B: E. Mason

7.2 Trabajo de gabinete

Una vez que se obtuvieron a los ejemplares, se llevó a cabo la separación de las arañas a nivel de familia mediante la utilización de la guía elaborada por Ubick *et al.* (2017) y un microscopio estereoscópico Nikon SMZ-1B. Posteriormente, los ejemplares se determinaron al nivel taxonómico más fino posible. Para ello se utilizaron las claves dentro de Ubick *et al.* (2017) (*e.g.* Agnarsson y Levi, 2017; Brady y Santos, 2017; Coddington, 2017, Cutler 2017; Kuntner, 2017; Lapp y Dondale, 2017; Levi y Hormiga, 2017; Levi y Kallal, 2017; Opell, 2017; Richman *et al.* 2017; Ubick, 2017a; b y Ubick y Richman 2017). Se siguió la clasificación propuesta por el World Spider Catalog (2023). Para la identificación se colocó al ejemplar sobre una caja Petri con arena y etanol al 97%; esto facilitó la rotación del ejemplar y la observación a conveniencia bajo el microscopio. El material obtenido será depositado en la Colección Nacional de Arácnidos (CNAN) del Instituto de Biología (IB) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Los datos obtenidos en el presente trabajo fueron recabados en una base elaborada en Excel.

7.3 Análisis de datos

7.3.1 Riqueza y Composición

Para evaluar la riqueza a nivel familia se utilizaron tanto individuos adultos como juveniles. Por otro lado, para la composición se utilizaron únicamente individuos adultos, debido que los juveniles aún no desarrollan estructuras reproductivas (pedipalpos modificados/epiginios), mismas que son de importancia taxonómica para ser identificados a nivel de especie.

7.3.2 Diversidad

El concepto de lo que se conoce como “índice de diversidad” habitualmente es mal interpretado, debido a que suele confundirse con entropía (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011), dicho esto, uno de los índices más utilizado para medir la diversidad es el índice de Shannon-Wiener (Figura 11), pero el resultado de este índice es igual a la entropía más no a una diversidad como tal; entropía es definido como el grado de incertidumbre que se tiene al sacar a un individuo al azar de una muestra (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011; Jost y González-Oreja, 2012).

Los números efectivos nos dan la ventaja de expresar el resultado en especies efectivas, y eso hace comparable cualquier trabajo medido en valor de especies efectivas (independientemente del valor de riqueza entre los sitios a comparar). Shannon-Wiener y otros índices no son comparables a menos que se cuantifiquen bajo las mismas condiciones (*e.g.* mismo logaritmo y misma riqueza de especies) (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011). No obstante, el índice de Shannon-Wiener puede convertirse en números efectivos, pasando así de índice de entropía de Shannon-Wiener a medidas de diversidad (Moreno *et al.*, 2011). Se tienen indicadores que determinan cuales especies son tomadas en cuenta (denominado como valor q) para analizar muestras; estas dependen de su frecuencia (raras/comunes) y de la sensibilidad a las abundancias relativas de las especies. Por ejemplo, cuando el valor de q es igual a 0 (cero) no distingue abundancia de especies, por ende, el resultado es igual a la riqueza de especies. Cuando el valor de q es menor a 1 se da mayor peso a las especies raras en la muestra. Cuando el valor de q es igual a 1 todas las especies son incluidas con un peso igual en cuanto a abundancia en la comunidad. Cuando el valor de q es mayor a 1 se les da mayor peso a las especies comunes; no obstante, el valor de $q=1$ es igual al exponencial de la entropía de Shannon-Wiener (Figura 12) y $q=2$ es igual al inverso de la dominancia de Simpson (Figura 14) (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011; Jost y González-Oreja, 2012). Entonces, la entropía de Shannon-Wiener puede convertirse en números efectivos y obtener una diversidad verdadera (Figura 12). Para ello, primero se obtiene el índice de Shannon-Wiener, el cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Figura 20. Índice de Shannon-Wiener. Donde P_i = Abundancia relativa y \ln = logaritmo natural (Jost, 2006)

El valor de Shannon-Wiener puede tomar un valor entre cero y el logaritmo de S , es decir, el logaritmo de la riqueza de especies (Moreno, 2001). Una vez obtenido el índice de Shannon-Wiener, este puede convertirse en una medida de diversidad verdadera con la siguiente fórmula:

$${}^1D = \exp(H')$$

Figura 21. Fórmula para conversión de Shannon-Wiener a números efectivos de especies. Donde H = entropía de Shannon-Wiener (Moreno *et al.*, 2011)

En la fórmula de la Figura 12, el valor de q que es tomado en cuenta para Shannon-Wiener es el orden de diversidad 1 (q_1), por tanto, al sacar el exponencial de la entropía Shannon-Wiener obtendremos un resultado en números efectivos de especies, y esas serán las especies hipotéticas igualmente comunes con las cuales está compuesta una determinada comunidad (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011; Jost y González-Oreja, 2012).

Por otro lado, el índice de dominancia de Simpson (Figura 13) asume la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. La dominancia de Simpson puede calcularse sumando las abundancias relativas elevadas al cuadrado, de las especies que componen una comunidad (Figura 13). Este índice adquiere un valor entre cero y uno, y tiene un sesgo hacia las especies dominantes en la muestra (Moreno, 2001; Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011).

$$\lambda = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Figura 23. Índice de dominancia de Simpson.
Donde P_i = Abundancia relativa (Jost, 2006)

A diferencia de Shannon-Wiener, el orden de diversidad de la dominancia de Simpson es de orden 2 (q_2) y puede convertirse en números efectivos mediante la siguiente fórmula (Jost, 2006; Moreno, 2011; Jost y González-Oreja, 2012):

$$D = 1 / \sum p_i^2$$

Figura 25. Fórmula para conversión de dominancia de Simpson a especies efectivas. (Jost y González-Oreja, 2012)

Si seguimos la fórmula de la Figura 14, al dividir 1 entre dominancia de Simpson obtendremos el valor en números efectivos de especies, y ese será el valor por el cual una comunidad hipotética está conformada por una determinada cantidad de especies igualmente dominantes (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011; Jost y González-Oreja, 2012). La diversidad de la comunidad de arañas en este trabajo se evaluó mediante números efectivos con orden 1 (q_1) y 2 (q_2).

Diversidad Beta. La forma más sencilla de evaluarla es mediante riqueza específica (Villarreal *et al.*, 2004). La diversidad beta mide el recambio de las especies que se da entre dos comunidades, ya sea a una escala espacial (en distintos puntos, pero en un mismo tiempo) o a una escala temporal (en un mismo punto, pero en tiempos distintos) (Villarreal *et al.*, 2004; Halffter y Moreno, 2005), es decir, se determina la diferencia de especies entre ambas comunidades. Estas proporciones de recambio entre comunidades pueden ser evaluadas con ayuda de diferentes índices, los cuales pueden ser de similitud y/o disimilitud, cualitativos (presencia/ausencia de individuos) o cuantitativos (toman en cuenta las abundancias de las especies) (Moreno, 2001; Villarreal *et al.*, 2004).

En este caso, la diversidad beta se utilizó para contrastar el periodo estacional de lluvias y sequía. Para ello, utilizamos el índice de similitud de Jaccard (Figura 15), el cual es un método cualitativo que incluye valores que van de 0 cuando no se comparten especies entre dos sitios, hasta 1 cuando en ambos sitios se comparten las mismas especies. Esto mediante la fórmula:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Figura 26. Coeficiente de similitud de Jaccard. (Moreno, 2001)

Donde ‘a’ es igual al número de especies presentes en el sitio A, ‘b’ es igual al número de especies presentes en el sitio B y ‘c’ es igual al número de especies compartidas entre ambos sitios (Moreno, 2001). De este modo obtenemos la similitud (s), es decir, las especies compartidas entre las dos comunidades (*e.g.* lluvias y secas). No obstante, para calcular la disimilitud (d), es decir la diversidad beta, debemos restar uno menos nuestra similitud: $d = 1 - s$ (Moreno, 2001).

Aunado a esto, y como una segunda medida de diversidad se utilizó el modelo beta de Simpson (Figura 16), el cual es una medida que nos permite saber la cantidad de especies con las que cuenta un sitio. Los valores de este índice, al igual que en Jaccard van de 0 a 1 (Koleff *et al.*, 2003) siguiendo la fórmula:

$$\frac{\min(b, c)}{\min(b, c) + a}$$

Figura 27. Índice Beta de Simpson. (Koleff *et al.*, 2003)

Para entender la fórmula de diversidad beta de Simpson, se deben considerar dos cuadrantes, uno denominado cuadrante vecino (*e.g.* lluvias), y otro denominado cuadrante focal (*e.g.* sequías), asignados como *b* y *c*; *b* puede ser el cuadrante vecino y *c* puede ser el cuadrante focal, o viceversa. Entonces, tendremos el número de especies presentes en un cuadrante (comunidad) *b* y el número de especies presentes en un cuadrante (comunidad) *c*; en conjunto *a* serán el número total de especies presentes entre ambos cuadrantes (*b* y *c*). *min* se entiende como el sitio con menor número de especies (Koleff *et al.*, 2003).

La utilización de dos medidas distintas de diversidad beta se debe a que una medida es de sentido estricto (Jaccard) y una de sentido amplio (beta de Simpson), es decir, el coeficiente de similitud de Jaccard se basa en la riqueza de especies, y beta de Simpson es una medida de recambio basada en la diferencia de la composición, es decir, ganancia-pérdida de especies (Koleff *et al.*, 2003).

7.4 Estacionalidad

De acuerdo con los datos obtenidos de la página en línea de CONAGUA (2019), se consideró el periodo estacional de lluvias de junio a octubre y el periodo estacional de sequías de noviembre a mayo. Con base en lo anterior, pudimos obtener las especies presentes en cada periodo estacional: lluvias y sequía.

7.5 Cambios fenológicos

Para ello se analizaron los datos obtenidos de riqueza y abundancia de familias, y se contrastaron con la fenología del sitio.

7.6 Evaluación de los métodos de recolecta

Una vez que se tuvieron identificados a nivel de familia el total de individuos recolectados, y de haber generado una base de datos en Excel, se llevó a cabo un conteo del total de individuos recolectados por cada tipo de método utilizado: activo y pasivo. Durante los meses de noviembre 2018 a febrero 2019, los métodos de captura fueron clasificados en búsqueda activa (la cual incluía paraguas entomológico, red de golpeo y búsqueda directa) y pasiva (trampas de caída y trampas de suelo suspendido). A partir del mes de marzo 2019 hasta finalizar los muestreos (octubre 2019), los métodos de captura fueron divididos en cada uno de los respectivos cinco métodos utilizados para poder evaluarlos en términos de abundancia, así como para identificar a las familias con mayor probabilidad de recolectar con cada uno de dichos métodos. Por lo anterior, los resultados presentados en esta evaluación sólo corresponden a los meses de marzo a octubre de 2019.

7.7 Evaluación de la calidad del inventario

Estimadores no paramétricos. La estimación de la riqueza de especies es similar a predecir las especies no detectadas en una muestra (Chao y Chiu, 2016). Existen diferentes métodos/modelos para estimar la riqueza de especies, ya sea para estimar riqueza específica o estructura de una comunidad, basados en abundancia (cantidad de individuos) o incidencia (presencia ausencia), y a su vez pueden clasificarse en métodos paramétricos y no paramétricos (Moreno, 2001; Villareal *et al.*, 2004; Chao y Chiu, 2016).

La manera más fácil de medir la biodiversidad de un sitio es mediante la riqueza específica, ya que sólo se necesita saber el total de especies presentes en un sitio en cuestión. Para estimarla, existen varios índices, entre ellos se encuentran las funciones de acumulación de especies, que resulta bastante útil para muestras de diferentes tamaños y para esto existen programas estadísticos de los cuales podemos ayudarnos. En lo que respecta a medición de estructura, los métodos y estimadores para inferirla se clasifican en modelos paramétricos y no paramétricos. Dentro de los modelos paramétricos, se requiere que las distribuciones de datos se ajusten a cada modelo en cuestión, además de conocer las distribuciones de las abundancias de las especies; situaciones que no es posible saber con base en datos empíricos. Otros métodos son los modelos no paramétricos, los cuales no asumen algún tipo de distribución en sus datos y

para estimar la riqueza sólo necesitan datos de incidencia (es decir, presencia o ausencia de especies) y/o conocer las abundancias de nuestras especies; dicho lo último, específicamente, aquellas especies ‘raras’ en la muestra (Moreno, 2001; Escalante-Espinosa, 2003; Villareal *et al.*, 2004; Chao y Chiu, 2016). Además, existen métodos basados en la cobertura de la muestra, es decir, la proporción del número total de individuos de una comunidad que pertenece a las especies representadas en una muestra, mismos que también pueden ser clasificados como aquellos métodos basados en abundancias e incidencias; estos modelos resultan bastante útiles en muestras relativamente grandes (Chao y Chiu, 2016).

En este trabajo, la estimación de la riqueza se realizó con el índice de Chao 1 (Figura 17), el cual es un modelo no paramétrico y se basa en la estructura de la muestra, al mismo tiempo que se basa en las abundancias de las especies; específicamente en las especies raras en la muestra, por ende, únicamente requiere de la cantidad de especies con abundancias igual a 1 (especies con exactamente un individuo; singletons) y aquellas con abundancia igual a 2 (especies con exactamente dos individuos; doubletons) (Moreno, 2001; Escalante-Espinosa, 2003; Villareal *et al.*, 2004; Chao y Chiu, 2016).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Figura 28. Índice de Chao 1. Donde S = riqueza observada; a = número de singletons; b = número de doubletons (Moreno, 2001)

Además, también para estimar riqueza específica se utilizó el modelo Chao 2 (Figura 18), el cual es un estimador no paramétrico basado en incidencia; lo que significa que sólo se requiere conocer el número de especies que se obtuvieron en exactamente una unidad de muestreo (uniques) y aquellas obtenidas en exactamente dos unidades de muestreo (duplicates). Una unidad de muestreo es igual a un conjunto de, ya sea trampas, redes, parcelas, etc. (Moreno, 2001; Escalante-Espinosa, 2003; Villareal *et al.*, 2004; Chao y Chiu, 2016).

$$S_{\text{obs}} + \left[(T - 1) / T \right] Q_1^2 / (2Q_2)$$

Figura 29. Índice de Chao 2. Donde S_{obs} = riqueza observada; T = número de unidades de muestreo; Q_1 = número de uniques; Q_2 = número de duplicates (Chao y Chiu, 2016)

En el presente trabajo se obtuvieron 12 unidades de muestreo; cada unidad de muestro estuvo conformada por cinco horas de muestreo diurnos con un paraguas entomológico, una red de golpeo, un recolector realizando búsqueda directa y cinco trampas de caída activas durante 21 días.

8. Resultados

8.1 Estructura de la comunidad de arañas de la Zona Arqueológica de Xochicalco

Riqueza y abundancia. Se recolectó y analizó un total de 1 968 individuos, de los cuales 525 son adultos (268 ♀♀ y 257 ♂♂) y 1 443 son juveniles. Del total de individuos (1 968 ind.) cuatro de ellos (1 ♀, 2 ♂♂ y un juvenil) no lograron ser asignados a una familia, debido a la ausencia de caracteres diagnósticos (los ejemplares estaban maltratados y carecían de apéndices locomotores, debido a una mala preservación); los cuatro ejemplares se excluyeron de los análisis estadísticos. Los restantes 1 964 individuos, se determinaron en 37 familias (Tabla 1; Figura 19); tres de las cuales son nuevos registros para el estado de Morelos. Cabe mencionar que un individuo juvenil de la familia Theraphosidae fue encontrado en el mes de junio mediante búsqueda directa, y únicamente fue fotografiado (se contó dentro de los análisis estadísticos) para evitar afectar sus poblaciones dentro de la zona de estudio.

Dominancia. Las tres familias dominantes fueron Salticidae, seguida de Oxyopidae y Thomisidae, con 370, 350 y 339 individuos respectivamente. Por otro lado, las familias menos abundantes fueron Cybaeidae, Deinopidae, Pisauridae, Theridiosomatidae y Trachelidae, con un solo individuo cada una (Tabla 1; Figura 19).

Diversidad. De acuerdo con los datos obtenidos en este estudio, los métodos establecidos y con base en la propuesta de los números efectivos, la comunidad de arañas de la ZAX, con orden de diversidad 1 se comporta en conjunto como una comunidad hipotética con 12 (12.45) familias igualmente comunes. Además, esta comunidad con orden de diversidad 2 se comporta en conjunto como una comunidad hipotética con 8 (8.41) familias igualmente dominantes.

Tabla 1. Total de familias e individuos en la Zona Arqueológica de Xochicalco. Se incluye a las 37 familias de arañas obtenidas en este estudio, el total de individuos adultos y juveniles recolectados por familia, así como los individuos no identificados al mismo nivel. Las familias marcadas con *** hacen referencia a nuevos registros para el estado de Morelos

Familia	Individuos adultos	Individuos juveniles	Total de individuos
Agelenidae	37	52	89
Anyphaenidae	34	112	146
Araneidae	55	84	139
Caponiidae	3	15	18
Corinnidae	27	6	33
Ctenidae	3	36	39
Cybaeidae ***	1	0	1
Deinopidae	1	0	1
Dictynidae	15	29	44
Diguetidae	0	11	11
Euagridae	0	3	3
Euctenizidae	2	0	2
Gnaphosidae	9	18	27
Hersiliidae	1	1	2
Linyphiidae	15	3	18
Lycosidae	3	19	22
Nesticidae	1	2	3
Oecobiidae	8	12	20
Oonopidae	4	0	4
Oxyopidae	54	296	350
Philodromidae	12	93	105
Pholcidae	5	1	6
Pisauridae	1	0	1
Salticidae	80	290	370
Scytodidae	2	2	4
Selenopidae	0	2	2
Sicariidae	2	16	18
Sparassidae	0	17	17
Tetragnathidae	7	17	24
Theraphosidae	1	4	5
Theridiidae	40	22	62
Theridiosomatidae	0	1	1
Thomisidae	78	261	339
Trachelidae	1	0	1
Trechaleidae ***	0	4	4
Uloboridae	12	12	24
Zodariidae ***	8	1	9
No determinado	3	1	4
Individuos totales	268 ♀♀	257 ♂♂	1 968
	525		

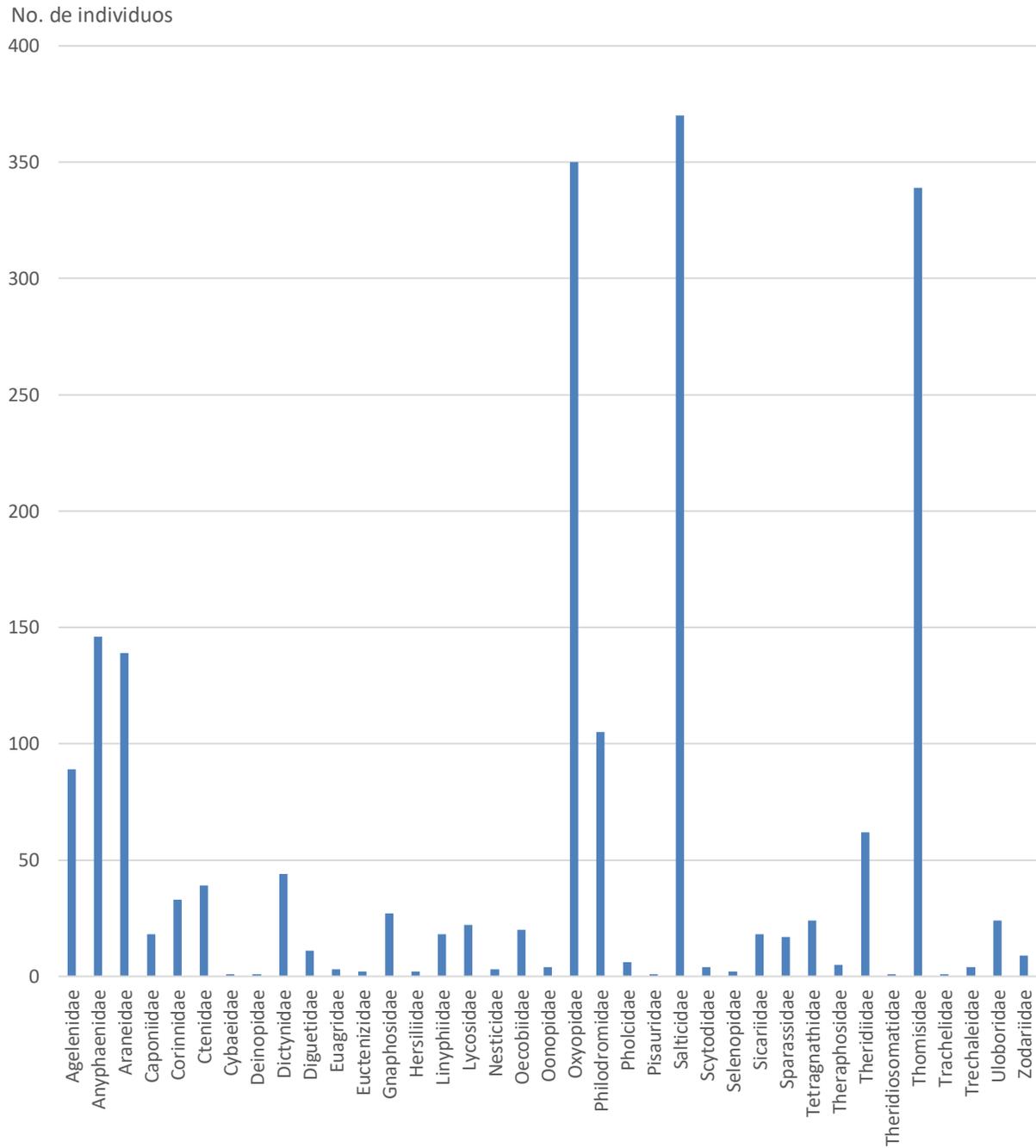


Figura 30. Riqueza y abundancia de familias presentes en la Zona Arqueológica de Xochicalco

8.2 Estacionalidad

8.2.1 Periodo estacional de sequías

Riqueza y abundancia. La menor riqueza de familias se registró durante este periodo estacional (noviembre de 2018 a mayo de 2019), con un total de 27 familias. Del mismo modo, durante este periodo estacional se registró la menor abundancia con un total de 948 individuos, de los cuales 132 son adultos (56 ♀♀ y 76 ♂♂) y 816 son juveniles; cabe mencionar que tres individuos (1 ♀ y 2 ♂♂) no lograron ser determinados a nivel familia debido a la ausencia de caracteres diagnósticos (Tabla 2). Sin embargo, durante esta temporada se registraron cuatro familias de las que no se tuvo registro para la temporada de lluvias, las cuales fueron Caponiidae, Deinopidae, Euctenizidae y Pisauridae.

Dominancia. Las tres familias dominantes fueron Salticidae, Thomisidae y Oxyopidae, con 199, 185 y 154 individuos respectivamente; el resto de las familias cuentan con una abundancia menor a los 80 individuos. Las familias menos abundantes fueron Deinopidae, Euagridae, Hersiliidae, Pholcidae y Pisauridae, con un solo individuo cada una (Tabla 2; Figura 20).

Diversidad. De acuerdo con los métodos establecidos, la comunidad de arañas durante el periodo estacional de sequías, con orden de diversidad 1 se comporta como una comunidad hipotética con 11 (10.55) familias igualmente comunes. Adicionalmente, con orden de diversidad 2 se comporta como una comunidad hipotética con 7 (7.47) familias igualmente dominantes. Esta comunidad de arañas obtuvo la menor diversidad registrada en el sitio de estudio.

Tabla 2. Total de familias e individuos durante la temporada de sequías en la Zona Arqueológica de Xochicalco. Abundancia de individuos adultos y juveniles, así como abundancia de los individuos no identificados. Las familias marcadas con * son exclusivas de esta comunidad

Familia	Individuos adultos	Individuos juveniles	Total de individuos
Agelenidae	33	44	77
Anyphaenidae	3	36	39
Araneidae	3	41	44
Caponiidae *	3	15	18
Corinnidae	21	4	25
Ctenidae	2	25	27
Deinopidae *	1	0	1
Dictynidae	1	24	25
Euagridae	0	1	1
Euctenizidae *	2	0	2
Gnaphosidae	1	3	4
Hersiliidae	0	1	1
Lycosidae	2	11	13
Oecobiidae	6	1	7
Oxyopidae	6	148	154
Philodromidae	1	68	69
Pholcidae	1	0	1
Pisauridae *	1	0	1
Salticidae	15	184	199
Scytodidae	2	0	2
Sicariidae	0	7	7
Sparassidae	0	10	10
Tetragnathidae	0	5	5
Theraphosidae	1	1	2
Theridiidae	5	8	13
Thomisidae	14	171	185
Uloboridae	5	8	13
No determinado	3	0	3
Individuos totales	56 ♀♀	76 ♂♂	948
	132	816	

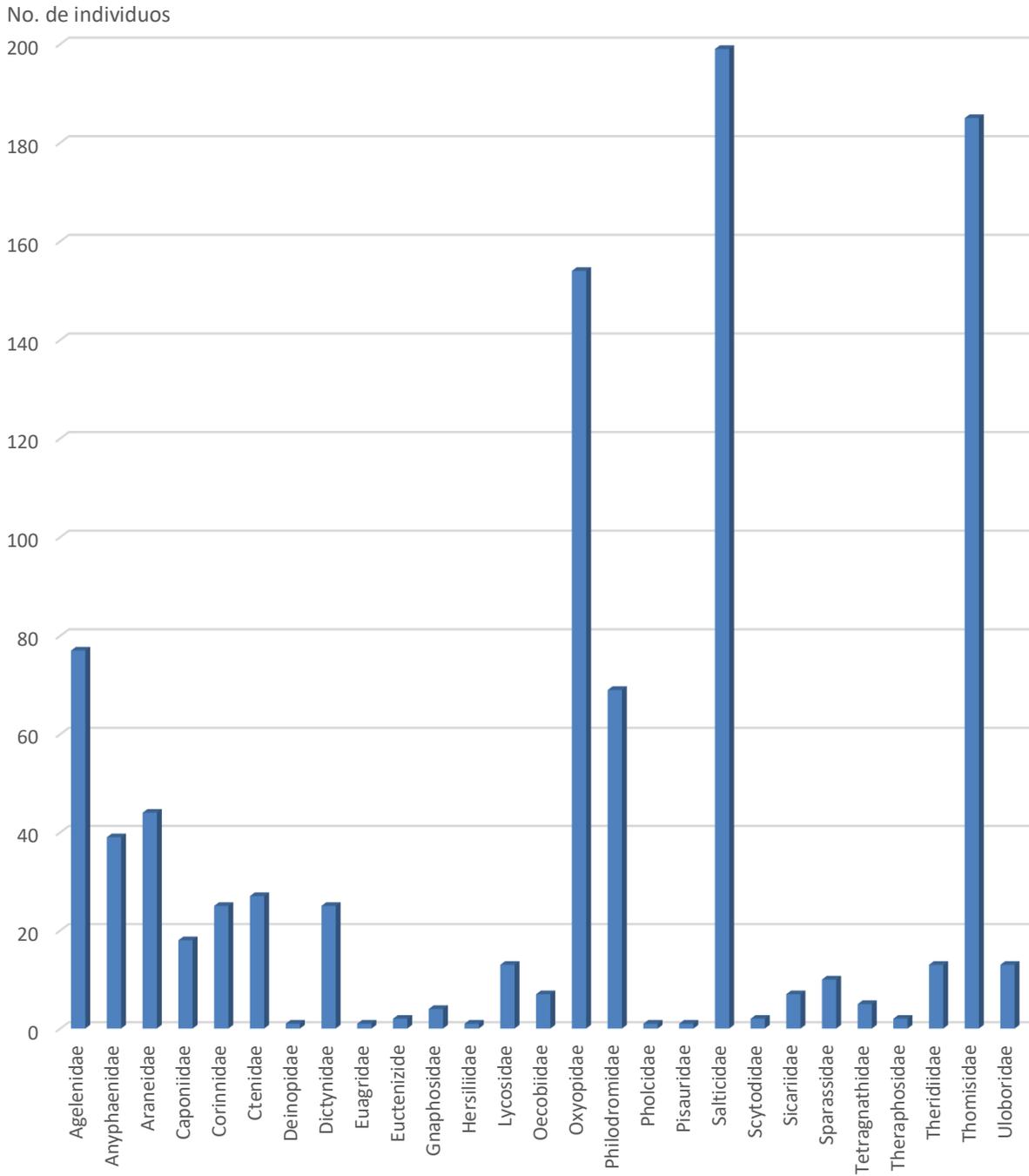


Figura 32. Riqueza y abundancia de familias durante la temporada de sequías

8.2.2 Periodo estacional de lluvias

Riqueza y abundancia. La mayor riqueza de familias se registró durante este periodo estacional (junio a octubre de 2019), con un total de 33 familias. Del mismo modo, durante este periodo estacional se registró la mayor abundancia con un total de 1 020 individuos, de los cuales 393 son adultos (212 ♀♀ y 181 ♂♂) y 627 son juveniles; cabe mencionar que un individuo juvenil no fue identificado a nivel de familia debido a la ausencia de caracteres diagnósticos. Además, durante esta temporada se registraron 10 familias de las cuales no hubo registro para la temporada de sequías, las cuales fueron Cybaeidae, Diguettidae, Linyphiidae, Nesticidae, Oonopidae, Selenopidae, Theridiosomatidae, Trachelidae, Trechaleidae y Zodariidae. Pese a la riqueza de esta comunidad, la mayoría de las familias no cuentan con más de 20 individuos (Tabla 3; Figura 21).

Dominancia. Las tres familias dominantes fueron Oxyopidae, Salticidae y Thomisidae, con 196, 171 y 154 individuos respectivamente. Por otro lado, las familias menos abundantes fueron Cybaeidae, Hersiliidae, Theridiosomatidae y Trachelidae, con un solo individuo cada una (Tabla 3; Figura 21).

Diversidad. Los individuos recolectados con las trampas de suelo suspendido fueron excluidos de los análisis estadísticos, entonces, una familia (Oonopidae) no fue tomada en cuenta para dichos análisis. La comunidad de arañas durante la temporada de lluvias, con orden de diversidad 1 se comporta como una comunidad hipotética con 13 (12.68) familias igualmente comunes. Adicionalmente, con orden de diversidad 2 se comporta como una comunidad hipotética con 9 (8.67) familias igualmente dominantes. Este periodo estacional se registró como el de mayor diversidad, es decir, 1.20 veces más diverso que el periodo estacional de sequías; el equivalente a decir que esta comunidad es 20% más diversa.

Tabla 3. Total de familias e individuos durante la temporada de lluvias en la Zona Arqueológica de Xochicalco. Abundancia de individuos adultos y juveniles, así como un individuo no identificado. Las familias marcadas con * son exclusivas de esta comunidad

Familia	Individuos adultos		Individuos juveniles	Total de individuos
Agelenidae	4		8	12
Anyphaenidae	31		76	107
Araneidae	52		43	95
Corinnidae	6		2	8
Ctenidae	1		11	12
Cybaeidae *	1		0	1
Dictynidae	14		5	19
Diguetidae *	0		11	11
Euagridae	0		2	2
Gnaphosidae	8		15	23
Hersiliidae	1		0	1
Linyphiidae *	15		3	18
Lycosidae	1		8	9
Nesticidae *	1		2	3
Oecobiidae	2		11	13
Oonopidae *	4		0	4
Oxyopidae	48		148	196
Philodromidae	11		25	36
Pholcidae	4		1	5
Salticidae	65		106	171
Scytodidae	0		2	2
Selenopidae *	0		2	2
Sicariidae	2		9	11
Sparassidae	0		7	7
Tetragnathidae	7		12	19
Theraphosidae	0		3	3
Theridiidae	35		14	49
Theridiosomatidae *	0		1	1
Thomisidae	64		90	154
Trachelidae *	1		0	1
Trechaleidae *	0		4	4
Uloboridae	7		4	11
Zodariidae *	8		1	9
No determinado	0		1	1
Individuos totales	212 ♀♀ 181 ♂♂		627	1 020
	393			

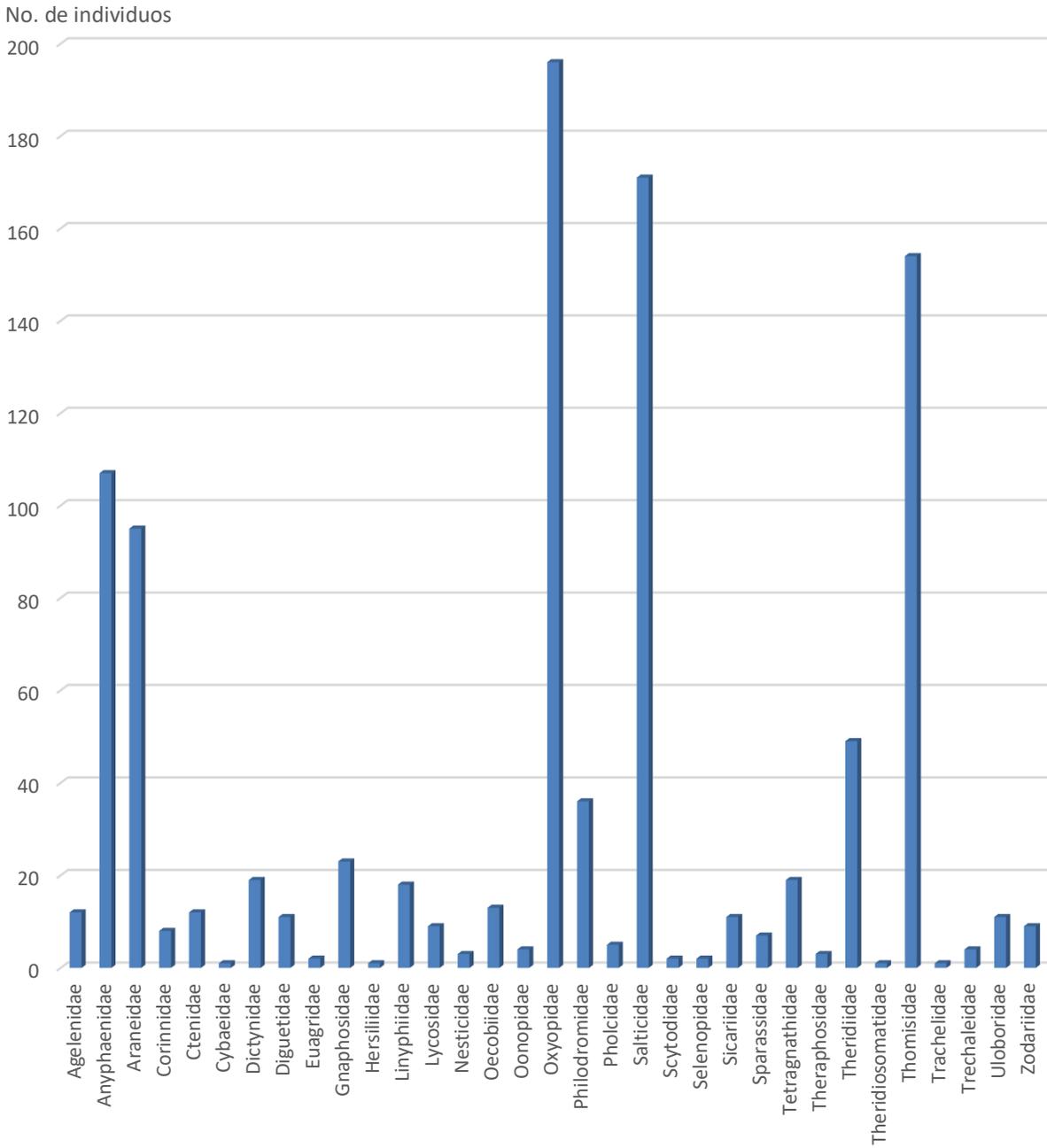


Figura 34. Riqueza y abundancia de familias durante la temporada de lluvias

8.3 Diversidad beta

De acuerdo con los métodos establecidos, excluimos a la familia Oonopidae de nuestros análisis estadísticos debido a que estos individuos fueron recolectados únicamente mediante trampas de suelo suspendido. Por lo tanto, para correr nuestros análisis se tuvo registro de un total de 36 familias de arañas en la ZAX.

Coefficiente de similitud de Jaccard

Del total de familias registradas, 23 de ellas se comparten entre las dos comunidades de arañas presentes en el sitio de estudio. La comunidad de arañas en sequías está conformada por 27 familias, mientras que la comunidad de arañas en lluvias se encuentra conformada por 32 familias; cuatro de estas son exclusivas de la comunidad de sequías y nueve son exclusivas de la comunidad de lluvias (Tabla 4). De acuerdo con el Coeficiente de similitud de Jaccard, la similitud entre ambas comunidades (comunidad A, sequías; comunidad B, lluvias) es de 0.6389. Lo que significa que la composición de familias encontradas es similar en un 63.89% entre las comunidades de sequías y lluvias en la ZAX, por lo tanto, la disimilitud es de 0.3611, lo que significa que existe un recambio del 36% de familias.

Beta de Simpson

Retomando los datos de la Tabla 4 y de acuerdo con el índice beta de Simpson, el recambio entre el cuadrante vecino (C; comunidad de sequías) y el cuadrante focal (B; comunidad de lluvias) es de 0.54. Lo que significa que existe un recambio de familias del 54% entre las comunidades de sequías y de lluvias en la ZAX.

Tabla 4. Comunidades de arañas de las temporadas de sequías y lluvias en la Zona Arqueológica de Xochicalco; con base en los métodos establecidos. Se encuentran representadas las dos comunidades de arañas en la ZAX, así como las familias presentes y su abundancia en cada una de ellas. Las 23 familias compartidas se encuentran marcadas con *. La comunidad de sequías alberga un total de cuatro familias exclusivas, mientras que la comunidad de lluvias alberga un total de nueve familias exclusivas

Familia	Comunidad	
	Sequías	Lluvias
Agelenidae *	76	12
Anyphaenidae *	37	107
Araneidae *	44	93
Caponiidae	1	0
Corinnidae *	25	8
Ctenidae *	27	12
Cybaeidae	0	1
Deinopidae	1	0
Dictynidae *	24	19
Diguetidae	0	11
Euagridae *	1	2
Euctenizidae	2	0
Gnaphosidae *	4	23
Hersiliidae *	1	1
Linyphiidae	0	18
Lycosidae *	13	9
Nesticidae	0	3
Oecobiidae *	7	13
Oxyopidae *	154	196
Philodromidae *	69	36
Pholcidae *	1	5
Pisauridae	1	0
Salticidae *	199	171
Scytodidae *	2	2
Selenopidae	0	2
Sicariidae *	7	11
Sparassidae *	9	7
Tetragnathidae *	5	19
Theraphosidae *	2	3
Theridiidae *	13	49
Theridiosomatidae	0	1
Thomisidae *	185	154
Trachelidae	0	1
Trechaleidae	0	4
Uloboridae *	13	10
Zodariidae	0	8
Abundancia de individuos	923	1 011
Riqueza de Familias	28	32

8.4 Fenología

Riqueza. Después de analizar las fluctuaciones temporales de la comunidad de arañas en la ZAX, los dos valores máximos de riqueza se detectaron durante el periodo estacional de lluvias, estos valores pertenecen a los meses de agosto y septiembre de 2019, con 21 familias cada uno. No obstante, aunque el mes de diciembre se encuentra dentro de la época de sequías fue uno de los meses con mayor riqueza. En contraste, los dos valores mínimos de riqueza se detectaron durante el periodo estacional de sequías, estos valores pertenecen a los meses de noviembre de 2018 y mayo de 2019, con 13 familias cada uno (Figura 22).

Abundancia. El valor máximo de abundancia se detectó durante el periodo estacional de lluvias, durante el mes de septiembre de 2019, con 233 individuos. Por su parte, el valor mínimo de abundancia se detectó durante el periodo de sequías, en el mes de febrero de 2019, con 79 individuos recolectados. Sin embargo, se detectaron variaciones abruptas en las abundancias por mes a lo largo de ambos periodos estacionales (Figura 23).

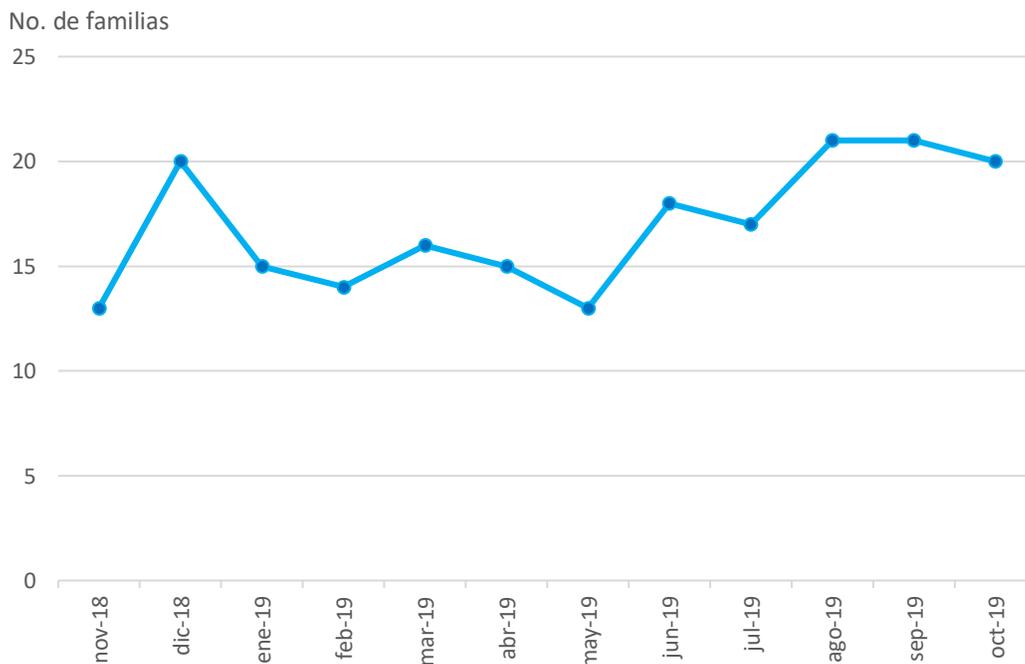


Figura 36. Riqueza de familias por mes. Temporada de sequías: nov18 - may19; lluvias: jun-oct 19

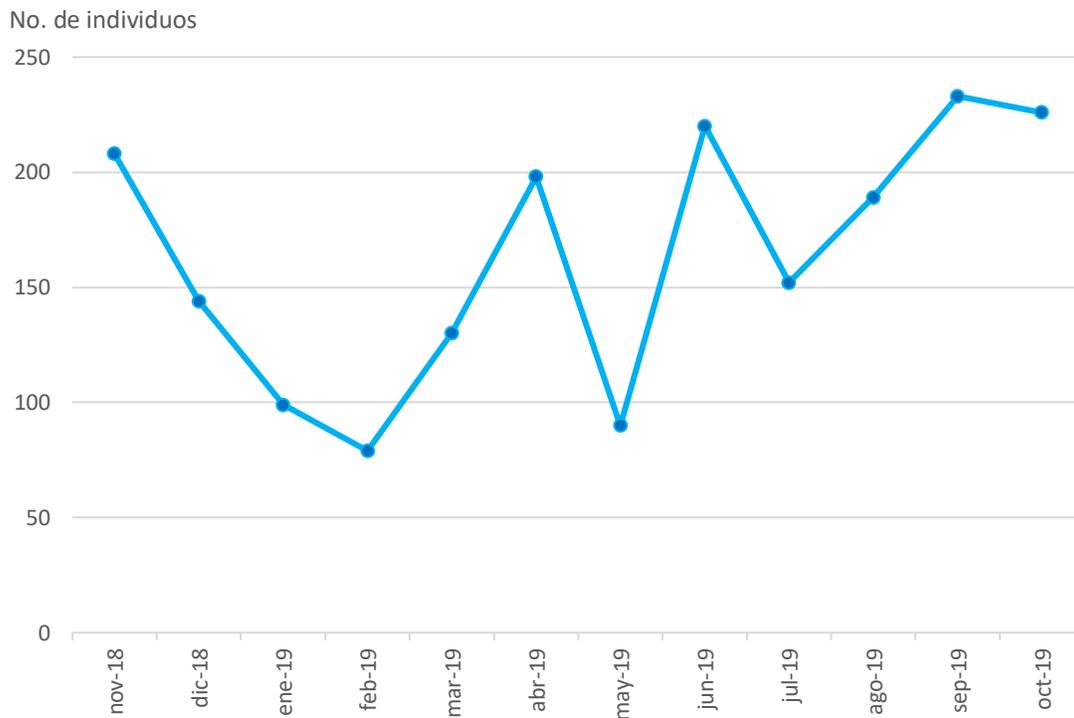


Figura 38. Abundancia de individuos totales por mes. Temporada de sequías: nov18 - may19; lluvias: jun-oct 19

Abundancia de individuos adultos por mes. El valor máximo de abundancia de estos individuos se detectó durante el periodo de lluvias, en el mes de octubre de 2019 con un total de 107 ejemplares. En contraste, la menor abundancia de individuos fue durante el periodo de sequías, en el mes de febrero de 2019 con únicamente cinco ejemplares. Al graficar nuestros resultados se detectó un crecimiento sostenido de individuos adultos conforme avanzan ambos periodos estacionales (Figura 24), lo que puede estar asociado con su época reproductiva.

Abundancia de individuos juveniles por mes. Contrario a los valores mencionados anteriormente, durante el periodo estacional de sequías se detectaron los valores mínimo y máximo de abundancia de individuos juveniles, mismos que pertenecen a mayo de 2019 con 61 ejemplares, y noviembre de 2018 con 191 ejemplares; coincidentemente, son los meses en los que termina e inicia el periodo estacional de sequías, respectivamente. En contraste con lo observado en individuos adultos, los juveniles parecen disminuir en abundancia conforme avanzan ambas estaciones, con algunas variaciones abruptas en abundancia conforme avanzan estos periodos (Figura 25).

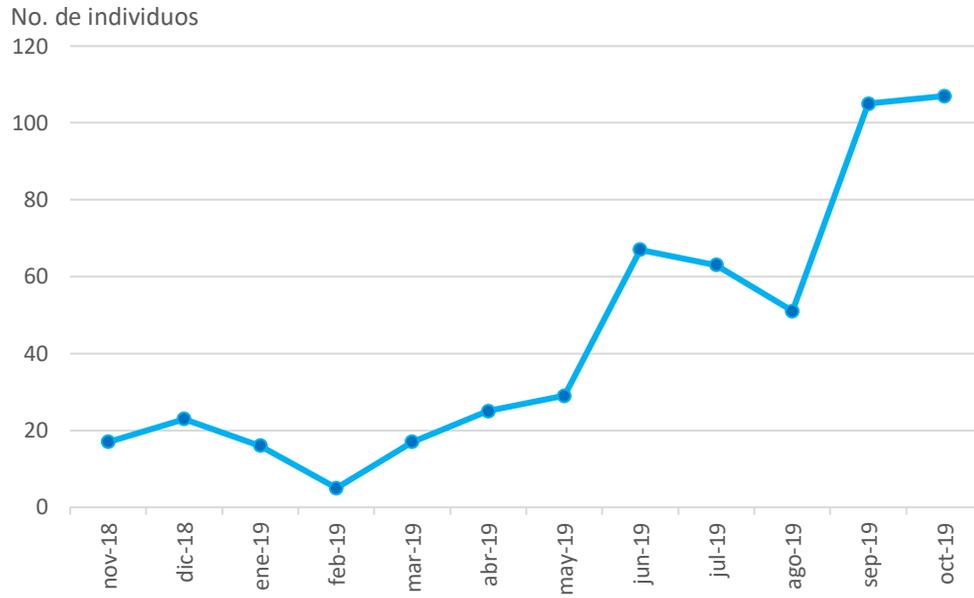


Figura 40. Abundancia de individuos adultos por mes. Temporada de sequías: nov18 - may19; lluvias: jun-oct19

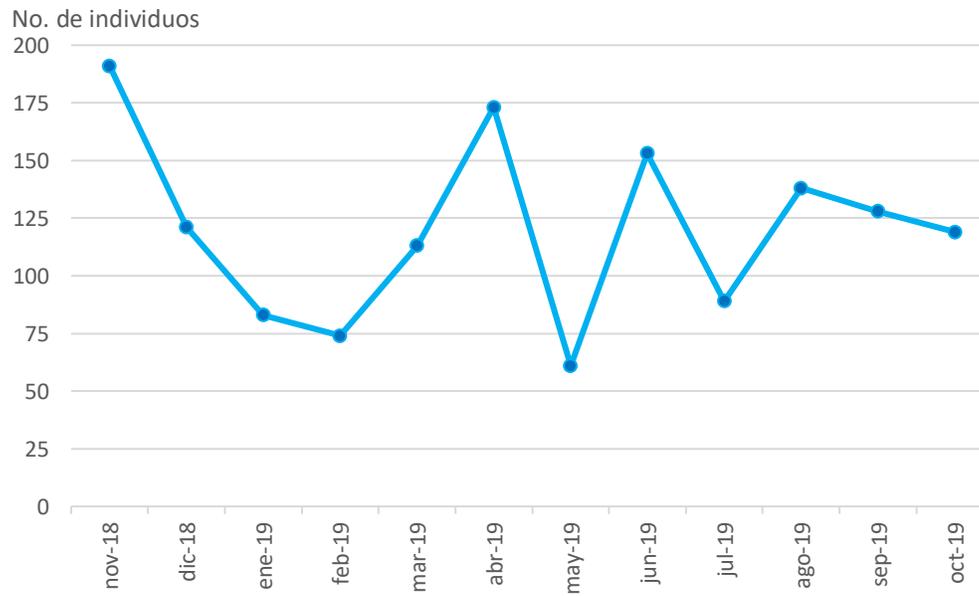


Figura 42. Abundancia de individuos juveniles por mes. Temporada de sequías: nov18 - may19; lluvias: jun-oct 19

8.5 Evaluación de los métodos de recolecta

Se recolectaron 1 968 arañas con los cinco métodos utilizados a lo largo de los muestreos. De este total, se recolectaron 402 y 128 individuos con método activo y pasivo, respectivamente, durante los meses de noviembre de 2018 a febrero de 2019; dando un total de 530 individuos (Figura 26-A). Posteriormente (marzo-octubre de 2019), con el método activo se obtuvieron un total de 1 270 individuos distribuidos de la siguiente manera: Paraguas entomológico, 620 individuos; red de golpeo, 402 individuos y búsqueda directa, 248 individuos. Por otra parte, con el método pasivo se obtuvieron un total de 168 individuos distribuidos de la siguiente manera: Trampas de caída, 138 individuos y trampas de suelo suspendido, 30 individuos (Figura 26-B).

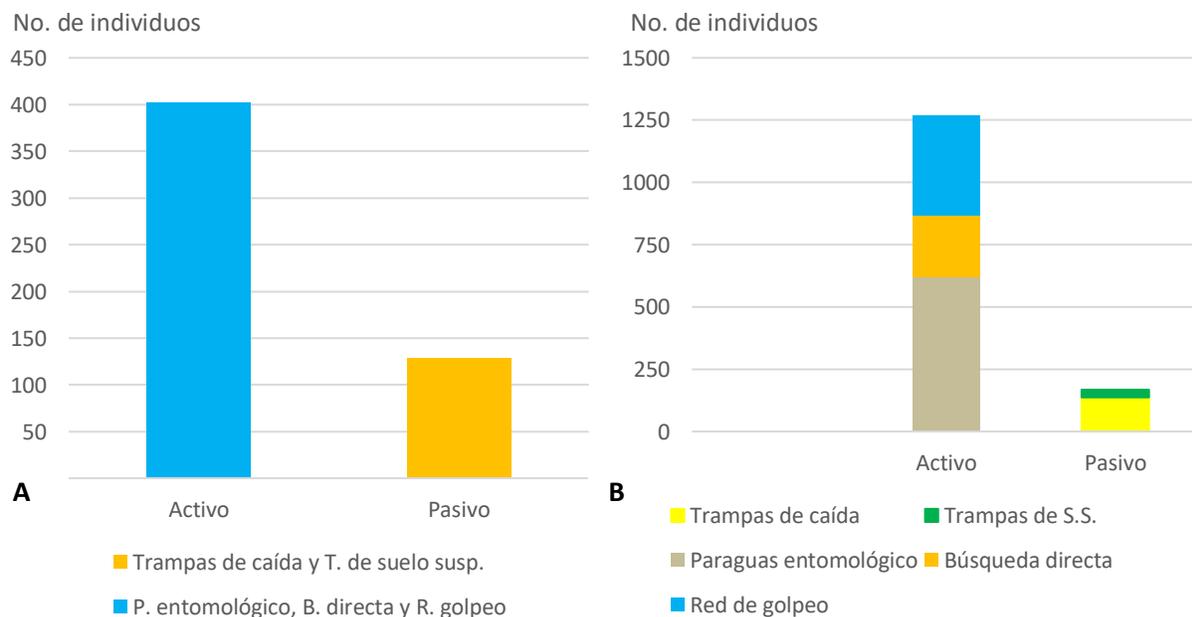


Figura 45. (A) Total de individuos con base en el método de recolecta nov18 a feb19. (B) Total de individuos con base en el método de recolecta mar-oct 19

8.5.1 Paraguas entomológico

Con este método activo se obtuvieron 620 individuos, lo que equivale al 31.5% del total de individuos recolectados. Estos individuos se determinaron en 17 familias (Tabla 5), lo que equivale al 45.9% del total de familias registradas en el presente trabajo. Las familias Cybaeidae y Hersiliidae únicamente fueron registradas mediante este método. Con base en una proporción mayor a 10%, las familias más propensas a ser recolectadas con este método son Thomisidae, Salticidae, Oxyopidae y Anyphaenidae. El 74% del total de individuos recolectados con este método pertenecen a estas cuatro familias (Figura 27).

Tabla 5. Total de familias e individuos recolectados con paraguas entomológico

Familia	Abundancia
Thomisidae	150
Salticidae	123
Oxyopidae	110
Anyphaenidae	77
Araneidae	47
Philodromidae	37
Theridiidae	26
Dictynidae	23
Tetragnathidae	10
Linyphiidae	5
Sparassidae	3
Uloboridae	3
Oecobiidae	2
Ctenidae	1
Cybaeidae	1
Hersiliidae	1
Lycosidae	1
Individuos totales	620

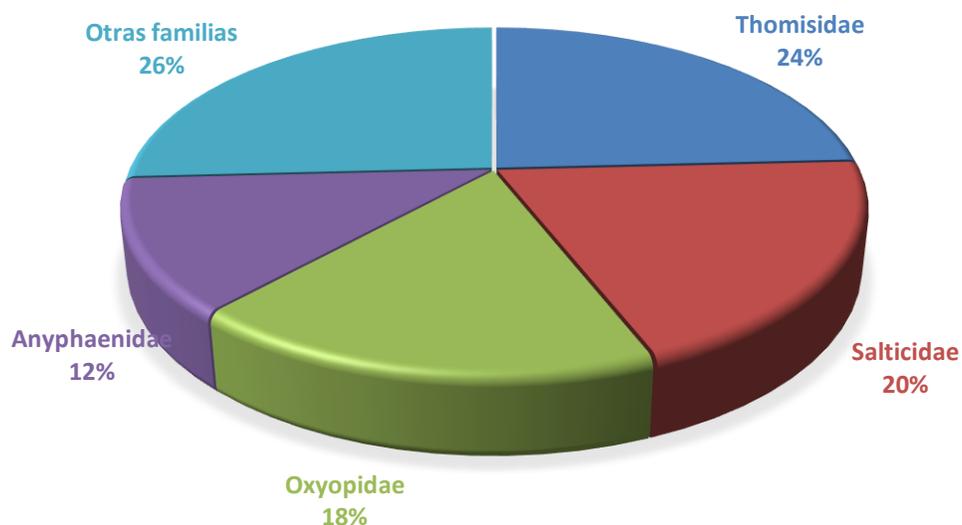


Figura 48. Gráfica que muestra las familias más recolectadas con paraguas entomológico

8.5.2 Red de golpeo

Con este método activo, se obtuvieron 402 individuos, lo que equivale al 20.4% del total de individuos recolectados. Estos individuos se determinaron en 14 familias (Tabla 6), lo que equivale al 37.8% del total de familias registradas en el presente trabajo. La familia Trachelidae únicamente fue registrada mediante este método. Con base en una proporción mayor a 10%, las familias más propensas a ser recolectadas con este método son Oxyopidae, Thomisidae, Salticidae y Anyphaenidae. El 78% del total de individuos recolectados con este método pertenecen a estas cuatro familias (Figura 28).

Tabla 6. Total de familias e individuos recolectados con red de golpeo

Familia	Abundancia
Oxyopidae	134
Thomisidae	74
Salticidae	68
Anyphaenidae	38
Araneidae	37
Theridiidae	12
Philodromidae	11
Tetragnathidae	8
Uloboridae	7
Linyphiidae	6
Sparassidae	4
Corinnidae	1
Diguetidae	1
Trachelidae	1
Individuos totales	402

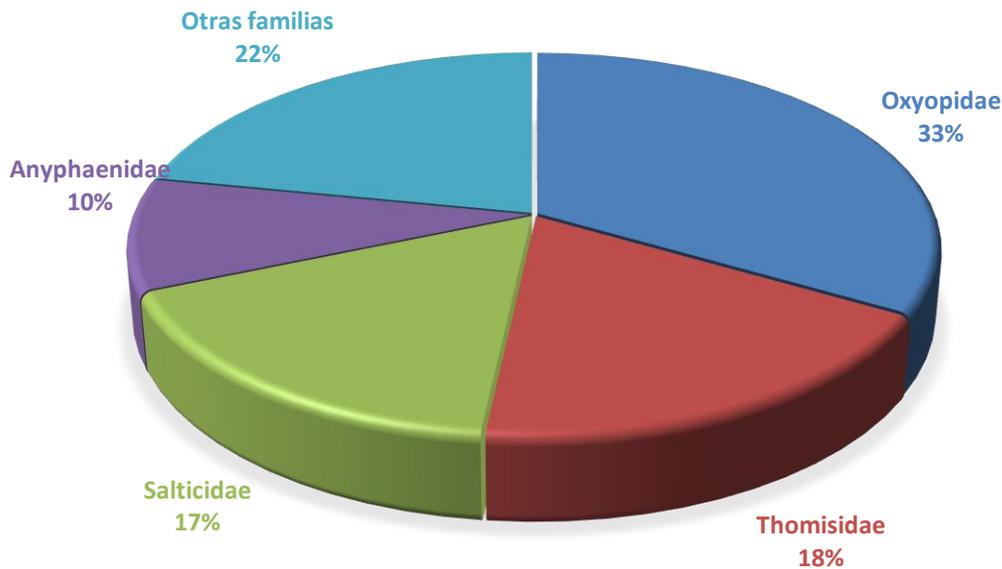


Figura 49. Gráfica que muestra las familias más recolectadas con red de golpeo

8.5.3 Búsqueda directa

Con este método activo se obtuvieron 248 individuos, lo que equivale al 12.6% del total de individuos recolectados. Estos individuos se determinaron en 29 familias (Tabla 7), lo que equivale al 78.4% del total de familias registradas en el presente trabajo. Cabe mencionar que uno de los individuos recolectados con este método no pudo ser determinado debido a la ausencia de caracteres diagnósticos, debido a su mala preservación. Nueve familias fueron registradas únicamente mediante este método, las cuales fueron Deinopidae, Euagridae, Nesticidae, Pholcidae, Scytodidae, Selenopidae, Sicariidae, Theridiosomatidae y Trechaleidae. Con base en una proporción mayor a 5%, las familias más propensas a ser recolectadas con este método son Oxyopidae, Salticidae, Araneidae, Theridiidae, Sicariidae y Corinnidae. El 52% del total de individuos recolectados con este método pertenecen a estas seis familias (Figura 29).

Tabla 7. Total de familias e individuos recolectados con búsqueda directa

Familia	Abundancia
Oxyopidae	35
Salticidae	26
Araneidae	22
Sicariidae	16
Theridiidae	16
Corinnidae	13
Agelenidae	11
Oecobiidae	11
Ctenidae	10
Diguetidae	10
Lycosidae	10
Dictynidae	9
Uloboridae	9
Linyphiidae	7
Gnaphosidae	6
Pholcidae	6
Anyphaenidae	4
Thomisidae	4
Trechaleidae	4
Zodariidae	4
Nesticidae	3
Euagridae	2
Scytodidae	2
Selenopidae	2
Deinopidae	1
Philodromidae	1
Tetragnathidae	1
Theraphosidae	1
Theridiosomatidae	1
No determinado	1
Individuos totales	248

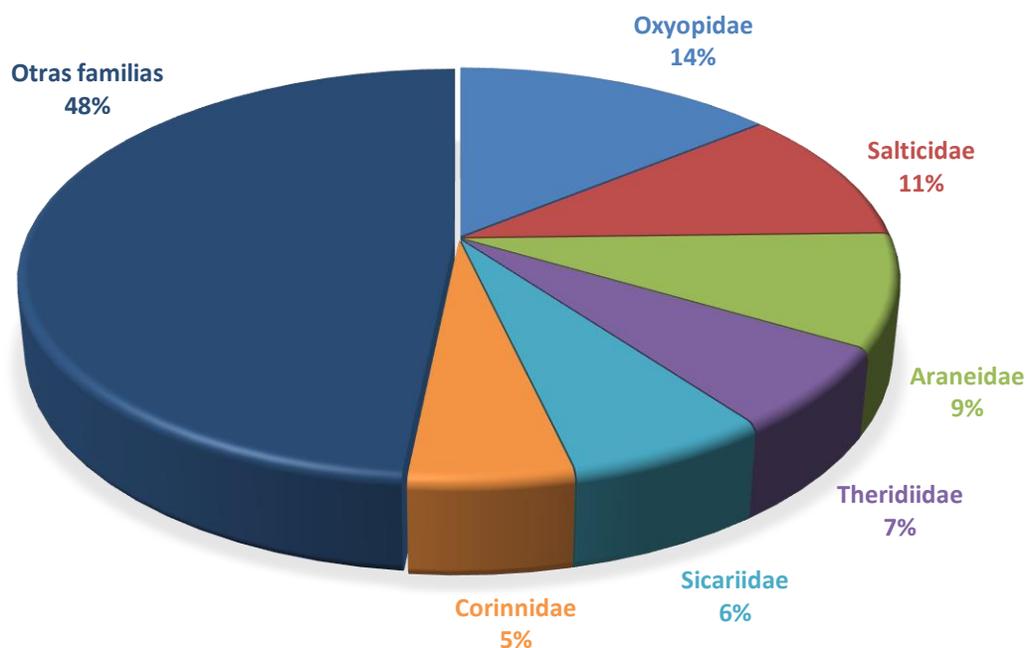


Figura 50. Gráfica que muestra las familias más recolectadas con búsqueda directa

8.5.4 Trampas de caída

Con este método pasivo se obtuvieron 138 individuos, lo que equivale al 7% del total de individuos recolectados. Estos individuos se determinaron en 12 familias (Tabla 8), lo que equivale al 32.4% del total de familias registradas en el presente trabajo. Cabe mencionar que dos individuos recolectados con este método no fueron identificados debido a la ausencia de caracteres diagnósticos, debido a su mala preservación. La familia Euctenizidae únicamente fue registrada mediante este método. Con base en una proporción mayor a 10%, las familias más propensas a ser recolectadas con este método son Agelenidae, Salticidae y Gnaphosidae. El 68% del total de individuos recolectados con este método pertenecen a estas tres familias (Figura 30).

Tabla 8. Total de familias e individuos recolectados con trampas de caída

Familia	Abundancia
Agelenidae	48
Salticidae	28
Gnaphosidae	18
Corinnidae	13
Oecobiidae	7
Ctenidae	6
Zodariidae	4
Lycosidae	3
Oxyopidae	3
Euctenizidae	2
Theraphosidae	2
Thomisidae	2
No determinado	2
Individuos Totales	138

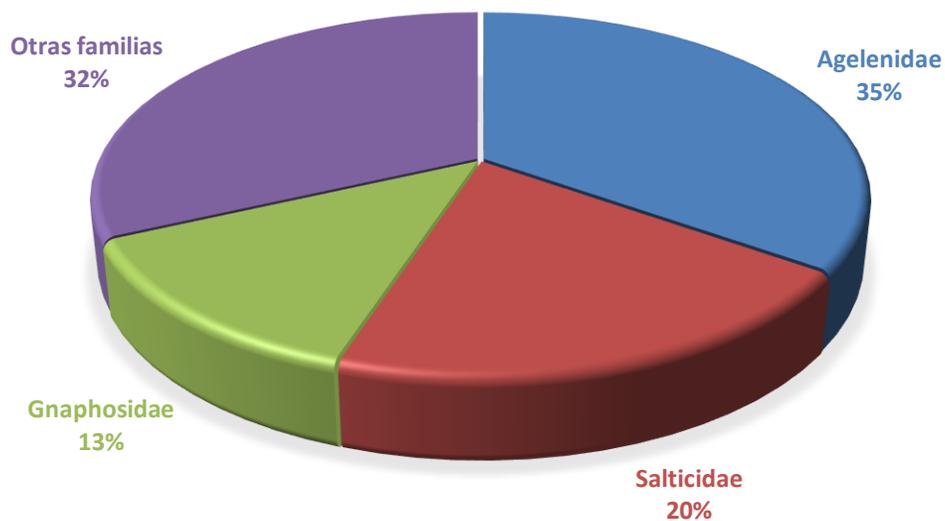


Figura 51. Gráfica que muestra las familias más recolectadas con trampas de caída

8.5.5 Trampas de suelo suspendido

Con este método pasivo se obtuvieron 30 individuos, lo que equivale sólo al 1.5% del total de individuos recolectados. Estos individuos se determinaron en nueve familias (Tabla 9), lo que equivale al 24.3% del total de familias registradas en el presente trabajo. Las familias Caponiidae y Oonopidae únicamente fueron registradas mediante este método. Con base en una proporción mayor a 10%, las familias más

propensas a ser recolectadas con este método son Caponiidae y Oonopidae, mismas que únicamente fueron registradas mediante este método. El 70% del total de individuos recolectados con este método pertenecen a estas dos familias (Figura 31).

Tabla 9. Total de familias e individuos recolectados con trampas de suelo suspendido

Familia	Abundancia
Caponiidae	17
Oonopidae	4
Anyphaenidae	2
Araneidae	2
Agelenidae	1
Dictynidae	1
Sparassidae	1
Uloboridae	1
Zodariidae	1
Individuos totales	30

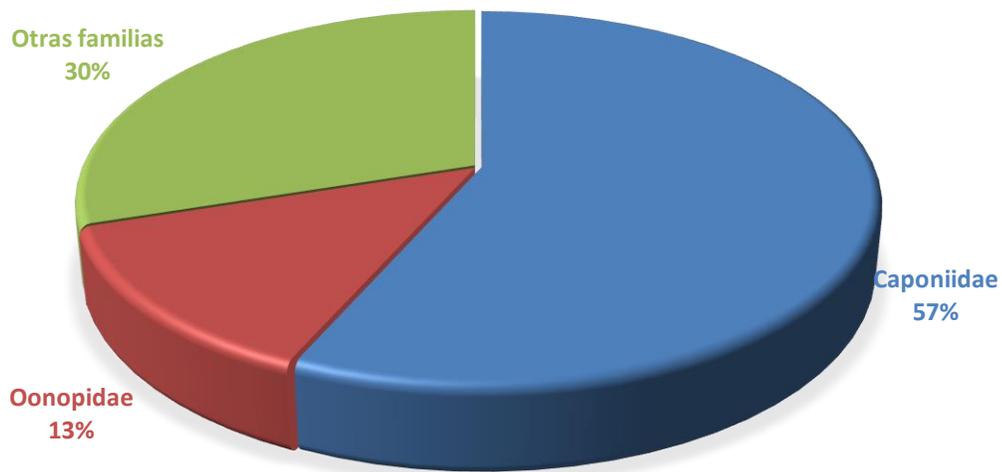


Figura 52. Gráfica que muestra las familias más recolectadas con trampas de suelo suspendido

8.6 Estimación de la riqueza

De acuerdo con los métodos establecidos y con nuestros resultados, durante nuestras recolectas obtuvimos seis singletons y tres doubletons. Por lo tanto, la riqueza estimada de familias para la ZAX, con base en el estimador no paramétrico basado en abundancia Chao 1, es de 42 familias; lo que corresponde a cinco más de las observadas en este trabajo. Esto equivale a haber obtenido el 85.71% del total de familias estimadas por Chao 1.

Por otro lado, obtuvimos 11 uniques y tres duplicates. Por ende, la riqueza estimada con base en el modelo no paramétrico basado en incidencia Chao 2, es de 54 familias; lo que corresponde a 17 más de las observadas en el presente trabajo. Lo que equivale a haber obtenido 66.67% del total de familias estimadas por Chao 2.

9. Discusión

9.1 Estructura de la comunidad de arañas

Durante el estudio de las comunidades de arañas rara vez se evalúa toda la comunidad, habitualmente se realizan evaluaciones de ciertos clados, como RTA, Orbiculariae, etc. Es por eso que, para comparar este trabajo elegimos aquellos estudios en distintos sitios del estado de Morelos que evalúan a toda una comunidad de arañas, así como aquellos que albergan vegetación correspondiente a SBC. No obstante, para contrastar nuestros resultados también tomamos como referencia trabajos realizados en diferente tipo de vegetación y diferentes estados del país.

En el presente trabajo la ZAX cuenta con una diversidad alfa de 12 familias efectivas, mientras que la ZAX del trabajo de Menéndez-Acuña (2017) cuenta con una alfa de 11 familias efectivas. Pese a que estos trabajos fueron realizados en distintos tiempos y diferentes métodos establecidos para la captura de los ejemplares, la diversidad no es tan distinta. Esto nos brinda un panorama sobre cómo están distribuidas las abundancias de las familias en la ZAX y nos permite conocer la diversidad de familias en el sitio.

La localidad de Solidaridad (Menéndez-Acuña, 2017) alberga una diversidad alfa de 11 familias efectivas. Del mismo modo, esta diversidad no difiere mucho entre ambos sitios pese a la ubicación geográfica de ambas zonas (la ZAX en el municipio de Miacatlán y Solidaridad en el municipio de Temixco) y los diferentes métodos establecidos para la captura de ejemplares.

Por otro lado, la REBIOSH (Rivas-Herrera, 2015) obtuvo una alfa de 6 familias efectivas. Con este valor podemos decir que la ZAX es dos veces más diversa que un sitio en la REBIOSH, por lo tanto, la ZAX cuenta con una mayor diversidad del orden Araneae. Cabe mencionar que ambos sitios de estudio protegen de manera directa o indirecta a la flora y fauna albergada en la zona, por lo tanto, ambos sitios se encuentran sujetos a conservación. El estudio de Rivas-Herrera (2015) estuvo enfocado en ejemplares recolectados a ras de suelo, mientras que en el presente estudio se recolectaron ejemplares de diferentes estratos, por lo tanto, los resultados obtenidos pueden diferir debido a los métodos establecidos.

En El Limón (Hernández-Silva, 2016) se encuentra una alfa de 7 familias efectivas del orden Araneae, por lo tanto, la ZAX es 1.7 veces más diversa que esta localidad. Dentro de este valor general, Hernández-Silva evaluó nueve sitios distintos, los cuales también resultaron con una menor diversidad comparados con la ZAX; el menor de estos sitios con una alfa de 3 familias efectivas y el mayor de ellos con una alfa de 5 familias efectivas.

En la localidad de Huautla los siete sitios evaluados por González-Brito (2015), resultaron con una diversidad alfa de 5 familias efectivas en el sitio menos diverso y con una alfa de 6 familias efectivas en el más diverso. Con estos resultados podemos decir que la ZAX es por lo menos dos veces más diversa que cada uno de los siete sitios evaluados por la autora. Cabe mencionar, que González-Brito (2015) encontró que los metales pesados a los cuales están expuestos los artrópodos en los jales mineros de Huautla, repercuten en la estructura y/o propiedades emergentes como riqueza, abundancia y diversidad de especies. Esto puede explicar las diferencias en las diversidades alfa entre la ZAX y los sitios evaluados por la autora.

En contraste, en la localidad de Quilamula (Menéndez-Acuña, 2017) la diversidad alfa es de 14 familias efectivas, por lo tanto, este sitio es 1.1 veces más diverso comparado con la ZAX. Del mismo modo, en la localidad de El Limón evaluada por el mismo autor, la diversidad alfa es de 17 familias efectivas, lo que significa que este sitio es 1.4 veces más diverso que la ZAX. Las diferencias en las diversidades alfa de estos dos sitios pueden resultar superiores que la ZAX probablemente porque se encuentren sujetos a un mayor grado de conservación que nuestra zona de estudio, retomando que estos dos sitios se encuentran dentro de una reserva protegida, mientras que la ZAX se encuentra indirectamente protegida debido a su estatus como patrimonio cultural.

9.1.1 Riqueza y abundancia de Araneae En SBC del estado de Morelos

En el presente trabajo registramos un total de 37 familias y obtuvimos 1 968 individuos. Así mismo, las familias Salticidae, Thomisidae y Oxyopidae fueron las familias dominantes. Anteriormente en la ZAX,

Menéndez-Acuña (2017) registró un total de 28 familias y obtuvo 599 individuos. Además, registró a la familia Thomisidae como la más abundante. En ambos trabajos se obtuvo a la familia Thomisidae como dominante, debido en parte a la cantidad de microhábitats que los individuos de este grupo pueden ocupar, aunado a esto, probablemente se suma una competencia intergremial por la disponibilidad de presas.

En la localidad de Solidaridad, Menéndez-Acuña (2017) registró una riqueza de 24 familias del orden Araneae y obtuvo una abundancia de 806 individuos. La familia dominante en Solidaridad fue Anyphaenidae. En el presente estudio, esta familia se encuentra conformada por 146 individuos y la registramos como la cuarta familia más abundante. Cabe recordar que este autor realizó cuadrantes alrededor de árboles de *B. copallifera*, en los que recolectó a las arañas asociadas a ellos.

Para la Sierra de Huautla, Rivas-Herrera (2015) obtuvo una riqueza de 17 familias y una abundancia de 690 individuos. Además, registró a la familia Gnaphosidae como la más dominante. Cabe recordar que 1) en el presente estudio se recolectaron las arañas de todos los estratos posibles, 2) se utilizaron cinco métodos de recolecta y se muestreó a lo largo de un ciclo anual, en contraste, 3) Rivas-Herrera (2015) evaluó a las arañas errantes de suelo, 4) únicamente utilizó trampas de caída como método de recolecta y muestreó dos meses en cada periodo estacional. Por lo tanto, los resultados obtenidos en cada trabajo difieren debido al enfoque establecido en cada proyecto y a los métodos utilizados.

En la localidad de El Limón, Hernández-Silva (2016) registró una riqueza de 22 familias y obtuvo una abundancia de 1 799 individuos. Las familias dominantes fueron Thomisidae, Oxyopidae, Araneidae y Salticidae. En el presente trabajo, estas familias están dentro de las cinco familias más abundantes. Cabe mencionar, que a diferencia de nosotros este autor realizó dos muestreos en la época de lluvias y dos en sequias.

En Huautla, (González-Brito, 2015) obtuvo una riqueza de 27 familias y recolectó un total de 1 230 individuos. Las familias dominantes fueron Thomisidae, Araneidae y Oxyopidae. Thomisidae y

Oxyopidae fueron dos de las familias dominantes en el presente trabajo, así mismo, Araneidae la registramos dentro de las cinco familias más abundantes. A diferencia de nosotros, la autora realizó dos muestreos, uno en el mes de julio y otro en agosto; ambos durante el periodo estacional de lluvias.

Para la localidad de Quilamula, Menéndez-Acuña (2017) obtuvo una riqueza de 35 familias y una abundancia de 1 254 individuos. La familia dominante fue Araneidae. En el presente estudio esta familia se encuentra dentro de las cinco familias más abundantes. Por otro lado, en El Limón obtuvo una riqueza de 37 familias y recolectó un total de 1 103 individuos. La familia dominante en El Limón fue Lycosidae, mientras que en la ZAX solo recolectamos un total de 22 individuos pertenecientes a esta familia.

En diferente tipo de vegetación

La ZAX, con SBC es más rica en familias (37) en contraste con lo reportado por Guerrero-Fuentes y Desales-Lara (2021) en un PI y BP en el Estado de México, así mismo, en el presente trabajo recolectamos una mayor abundancia de individuos (1 968 ind.). Para el PI los autores registraron una riqueza de 20 familias (17 menos que la ZAX) y recolectaron un total de 189 individuos. En el mismo trabajo, estos autores registraron una riqueza de 38 familias (una familia más que la ZAX) y recolectaron un total de 444 individuos en un BP. Para la recolecta de ejemplares los autores únicamente utilizaron trampas de caída y las dejaron activas durante un ciclo anual, a lo largo del cual, recolectaron a los ejemplares una vez por mes. El presente trabajo también fue realizado a lo largo de un ciclo anual, con la diferencia de que utilizamos cinco métodos distintos de recolecta.

La ZAX alberga una mayor riqueza de familias que un matorral xerófilo del Estado de México evaluado por Sánchez-Vega y Villegas-Guzmán (2018). Estos autores reportaron un total de 20 familias (17 menos que la ZAX) y una abundancia de 446 individuos. Además, registraron a las familias Theridiidae, Araneidae y Salticidae como dominantes; esta última, en el presente estudio se registró como la familia dominante. Para la recolecta de ejemplares y del mismo modo que en el presente trabajo, estos autores realizaron muestreos mensuales a lo largo de un ciclo anual. Además, utilizaron tres métodos distintos de

recolecta, los cuales también se utilizaron en el presente trabajo; trampas de caída, búsqueda directa y red de golpeo.

Campuzano *et al.* (2016) recolectaron arañas del suelo y sotobosque en un bosque de niebla en Chiapas, en donde registraron 17 familias; lo que significa 20 familias menos que las registradas en el presente trabajo. Sin embargo, en la ZAX encontramos una menor abundancia de individuos (1 968) comparados con los 5 441 individuos recolectados por estos autores. Las familias dominantes fueron Tetragnathidae, Theridiosomatidae, Theridiidae, Linyphiidae y Araneidae respectivamente. Estos registros contrastan completamente con las familias dominantes en el presente estudio, sin embargo, cuatro de las cinco familias dominantes encontradas por estos autores (con excepción de Theridiosomatidae) están relativamente bien representadas en el presente trabajo. Para la recolecta de ejemplares, estos autores utilizaron golpeo de vegetación y búsqueda directa, además, sus recolectas las realizaron durante tres meses en cada periodo estacional.

Los trabajos citados previamente, reflejan un patrón similar en los atributos evaluados en arañas no solo en el presente trabajo, sino también en aquellos evaluados en SBC, en donde se presentan los mayores valores durante la temporada de lluvias. Pese a la diferencia en el tipo de la vegetación o cobertura vegetal, podemos notar un patrón similar en riqueza y abundancia, sin embargo, la dominancia si puede verse influenciada por el tipo de vegetación, así como por las variables ambientales.

9.2 Estacionalidad y fenología

Durante el periodo de lluvias la comunidad de arañas fue 1.20 veces más diversa que la comunidad del periodo de sequías, lo que se traduce en una comunidad 20% más diversa. Así mismo, nuestra mayor riqueza y abundancia fue registrada durante el periodo de lluvias. Los cambios estacionales en las dos comunidades de arañas de la ZAX fueron contrastantes, debido a la mayor abundancia de adultos y juveniles durante la temporada de lluvias. Estos resultados probablemente se deben al aumento en la disponibilidad de recursos (*e.g.* presas potenciales) durante el periodo de lluvias. Es importante mencionar que en cada periodo estacional se encuentra una estructura diferente en la comunidad de

arañas, como resultado del cambio en la estructura de la vegetación de cada temporada, ya que, durante la temporada de lluvias, existe una mayor cobertura vegetal, lo cual puede favorecer el establecimiento de una mayor cantidad de gremios de arañas (Miranda y Hernández X, 1963; Sosa-Romero *et al.*, 2016; Esquivel-Román *et al.*, 2018). La heterogeneidad ambiental en la temporada de lluvias proporciona una mayor cantidad de microhábitats disponibles para las arañas, adicionalmente, los patrones en la estacionalidad de familias como Salticidae se encuentran asociados con su periodo reproductivo, que a su vez impacta en su abundancia relativa y en la diversidad (Sosa-Romero *et al.*, 2016; Menéndez-Acuña, 2017). En lo que respecta, la hipótesis y predicción para este trabajo se cumplieron, debido a que sí cambió la estructura de la comunidad de arañas entre ambos periodos, y a los máximos valores de riqueza, abundancia y diversidad obtenidos durante el periodo de lluvias.

En SBC nuestros resultados concuerdan con lo reportado por Hernández-Silva (2016) en Sierra de Huautla, debido a que su mayor riqueza y abundancia la registró durante la temporada de lluvias. Por otro lado, Rivas-Herrera (2015) obtuvo una mayor riqueza, abundancia y diversidad durante el periodo estacional de sequías, debido a que las arañas errantes se desarrollan mejor en sitios abiertos, lo que corresponde con la época seca (Rivas-Herrera, 2015). Guerrero-Fuentes y Desales-Lara (2021) para una localidad de Tonicato, Estado de México, encontraron a la comunidad de lluvias 1.93 veces más diversa que sequías. Así mismo, la mayor riqueza y abundancia la obtuvieron durante la época de lluvias.

Para localidades con distinto tipo de vegetación, Guerrero-Fuentes y Desales-Lara (2021) en una localidad de Tonicato, Estado de México registran a la comunidad de lluvias 1.04 veces más diversa que la comunidad de sequías en pastizal inducido (PI) y en un bosque de pino (BP), registran a la comunidad de lluvias como 1.86 veces más diversa que sequías. Durante la época de lluvias registraron la mayor riqueza y abundancia tanto en PI como en BP; todos sus valores coinciden con los obtenidos para SBC en la ZAX. En un matorral xerófilo del Estado de México, Sánchez-Vega y Villegas-Guzmán (2018) obtuvieron la mayor diversidad durante el periodo de lluvias, lo cual coincide completamente con lo encontrado en el presente trabajo. No obstante, también obtuvieron uno de los picos con menor diversidad

durante el periodo de lluvias, lo cual contrasta por completo con lo registrado en el presente trabajo. Los autores atribuyen la menor diversidad registrada también en época lluviosa, debido a que hubo una disminución en la riqueza específica durante uno de los meses del periodo de lluvias, lo cual repercutió en los resultados finales (Sánchez-Vega y Villegas-Guzmán, 2018). Por otro lado, Campuzano *et al.* (2016) refieren una mayor riqueza y abundancia durante la temporada seca en un bosque de niebla en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, estado de Chiapas, lo cual contrasta con lo observado en el presente trabajo. Todos los resultados obtenidos en los trabajos previamente citados, pueden ser explicado por la cobertura vegetal, el tipo de vegetación o al hecho de que en la SBC los periodos de sequías tienden a ser muy largos y áridos, contrario a lo que sucede (*e.g.*) en bosques de niebla (Miranda y Hernández X, 1963). Aunado a esto, se suman variables como el enfoque y/o métodos utilizados en cada proyecto.

La composición fue distinta entre ambas comunidades de arañas evaluadas en la ZAX, debido al hecho de que la comunidad de sequías se encuentra conformada por arañas con microhábitats y gremios principalmente asociados a nivel de suelo (*e.g.* debajo de rocas) y algunas con microhábitats en estratos herbáceos (*e.g.* entre la poca vegetación verde). Por otro lado, durante la temporada de lluvias se da un aumento en la disponibilidad de microhábitats, ya sea a nivel de suelo (*e.g.* debajo de rocas/troncos), estrato herbáceo (*e.g.* con redes entre la vegetación o asechadoras en las flores) o arbóreo (*e.g.* las que construyen redes aéreas) debido al incremento de la vegetación. Aunado a esto, hay evidencia (Carvalho *et al.*, 2015) de que factores como la precipitación, temperatura y humedad impactan en las abundancias de arañas, insectos y otros invertebrados. Carvalho *et al.* (2015) mencionan que la riqueza de arañas puede aumentar y/o disminuir con un desfase temporal de uno o hasta dos meses después de que incrementan o decrecen la temperatura, humedad y precipitación. Lo que conlleva a que la riqueza y abundancia de arañas se vea influenciada por la disponibilidad de presas potenciales, debido a que, (*e.g.*) las lluvias estimulan la producción de biomasa vegetal y descomposición de hojarasca, que a su vez estimulan la reproducción de artrópodos consumidores de esta biomasa.

Fenología del orden Araneae en la ZAX vs Arthropoda en SBC

Los resultados obtenidos con el orden Araneae en el presente trabajo, coinciden parcialmente con lo registrado con mariposas en SBC por Rosas-Echeverría *et al.* (2019) en El Limón y Cañadas de Ajuchitlán (REBIOSH), en donde, para ambas localidades registraron los máximos valores de riqueza de especies y abundancia de individuos durante la época de lluvias, así mismo, los mínimos valores de riqueza y abundancia también los obtuvieron durante la época de lluvias. Adicionalmente, en San Miguel de los Elotes registraron la mayor riqueza de especies durante la época de lluvias, mientras que la menor riqueza la obtuvieron durante la época seca, sin embargo, tanto la mayor como la menor abundancia de individuos la obtuvieron durante la época seca. Los autores encontraron un total de 4 017 individuos, los cuales determinaron en 119 especies, 83 géneros y seis familias. De acuerdo con los autores, cerca del 16% de las especies que registraron son endémicas de México, adicionalmente mencionan que, en el país la SBC alberga alrededor del 50% de las especies endémicas de mariposas.

Juárez-Sotelo *et al.* (2018) evaluaron a nivel de orden la variación espacial y temporal de una comunidad de artrópodos en un sitio perturbado con SBC y matorral xerófilo del estado de Puebla. Los autores determinaron un total de 12 ordenes; cabe mencionar que uno de ellos fue Araneae. Estos autores registraron la mayor abundancia de abejas (Hymenoptera) durante el periodo estacional de lluvias, argumentando que se debió a la mayor disponibilidad de recursos de los cuales disponen estos organismos (Olalde-Estrada, 2015 citado en Juárez-Sotelo *et al.*, 2018). Del mismo modo, los autores registraron al orden Thysanoptera con su mayor abundancia de individuos durante el periodo estacional de lluvias. No se dan más datos de la fenología del resto de los ordenes. Sus métodos de captura los llevaron a cabo mediante el uso de trampas jabonosas y sólo muestrearon un evento de recolecta de cada periodo estacional (un evento de recolecta en lluvias y uno en secas).

Así como en el presente estudio, Toledo-Hernández y Corona-López (2009) realizaron muestreos mensuales durante un ciclo anual (junio 2006 a mayo 2007) utilizando diferentes métodos para la recolecta de tres familias de coleópteros en una localidad de la REBIOSH. Recolectaron un total de 2 434

individuos y los determinaron en 250 especies y 110 géneros. Del mismo modo que en el presente trabajo, estos autores reportan sus máximos valores de riqueza y abundancia durante el periodo estacional de lluvias, y sus valores más bajos de riqueza y abundancia los reportan durante el periodo estacional de sequías. Estos resultados pueden ser explicados debido a que, durante la temporada de lluvias existe un aumento en la abundancia de recursos y los cambios en el follaje de los árboles proporciona un aumento en la disponibilidad de alimento o microhábitats tanto para coleópteros como para arañas (Toledo-Hernández y Corona-López, 2009; Esquivel-Román *et al.*, 2018).

Luna-Reyes *et al.* (2008) evaluaron la diversidad, riqueza y estacionalidad de Papilonoidea en la REBIOSH y Puebla. Los autores recolectaron un total de 8 790 individuos, los cuales determinaron en 142 especies, 83 géneros y cuatro familias. Registraron dos valores máximos de riqueza de especies, uno durante el periodo estacional de lluvias y el otro durante el periodo estacional de sequías; cabe mencionar que los autores realizaron un esfuerzo de recolecta al doble durante el periodo de sequías en contraste con en el periodo de lluvias, lo que puede explicar uno de los máximos valores de riqueza durante la época seca. El máximo valor de abundancia de individuos lo obtuvieron durante el periodo estacional de lluvias, y el menor durante la época de sequías. Estos autores mencionan que 18 de las 142 especies que determinaron, son endémicas de México.

Las variables evaluadas de los trabajos mencionados anteriormente no sólo coinciden con la fenología registrada para arañas en el presente trabajo, también con la de otros grupos de artrópodos en SBC, lo que indica que pese a utilizar grupos de estudio distintos en SBC, los resultados de riqueza y abundancia tienden a ser similares. Por otro lado, cabe resaltar que autores como Miranda y Hernández X (1963), Trejo-Vázquez (1999) y Rzedowski (2006) refieren a la SBC como un tipo de vegetación con altos índices de endemismo, lo cual se puede corroborar con base en los resultados con artrópodos o con arañas, de los autores citados a lo largo de este apartado.

9.3 Diversidad beta

Durante la época lluviosa la cobertura vegetal es mayor, esto favorece el establecimiento de gremios como tejedoras de orbe, al entrar la época seca y en consecuencia ir perdiendo cobertura vegetal estos grupos de arañas comienzan a decrecer en abundancia, en su lugar, durante la época seca comienzan a ser más abundantes grupos como corredoras o errantes de suelo. Del mismo modo, durante la transición de la época seca a la época de lluvias, las corredoras y errantes de suelo comienzan a decrecer en abundancia y comienzan a surgir las tejedoras de orbe. Por lo tanto, las comunidades de arañas en lluvias y secas al estar conformadas por diferentes familias, permite conocer el recambio entre estas comunidades.

Con base en los modelos de diversidad beta utilizados, se determinó que en la ZAX existe un recambio de familias relativamente alto, con más de un 35% de recambio entre las dos comunidades de arañas presentes. Este recambio de familias es mayor comparado con un sitio con selva baja caducifolia en la REBIOSH, donde el recambio de familias es de 29% (Rivas-Herrera, 2015) con base en el modelo de Jaccard. Pese a que en ambos sitios el tipo de vegetación es el mismo, el porcentaje de recambio difiere debido a la estructura de la comunidad de arañas que compone a cada sitio en cuestión. Por ende, mientras menos familias de arañas se compartan (con base en el modelo de Jaccard) entre determinadas comunidades, mayor será el recambio de familias que exista entre ellas.

9.4 Evaluación de los métodos de recolecta

9.4.1 Paraguas entomológico

Cada uno de los métodos de recolecta utilizados en nuestros muestreos registró por lo menos una familia exclusiva.

El paraguas entomológico, con base en nuestros resultados registró la mayor cantidad de ejemplares recolectados, probablemente por el hecho de que es un método versátil, por ende, es posible golpear cualquier estrato de la vegetación y obtener ejemplares (de cualquier grupo taxonómico) con cada golpe. Las tres familias dominantes en el presente estudio fueron las más abundantes con base en este método de captura. Esto puede deberse al hecho de que los individuos de estas familias (Thomisidae, Salticidae y Oxyopidae) ocupan diferentes microhábitats y es posible encontrarlos en las flores de las plantas, ramas

de árboles o entre la hierba. Del mismo modo, es un método adecuado para recolectar arañas tejedoras de redes orbiculares y redes irregulares. La familia Hersiliidae únicamente se registró por medio de este método, probablemente se deba a que los individuos de este taxón tienden a deambular en las ramas de los árboles o sobre su tronco.

El paraguas entomológico es un método adecuado para llevar a cabo muestreos en distintos tipos de vegetación, debido a que no sólo es conveniente para la recolecta de arañas, sino también para otros grupos de artrópodos como ácaros, pseudoscorpiones, coleópteros, himenópteros y ortópteros, por mencionar algunos.

9.4.2 Red de golpeo

Este método ocupó el segundo lugar en cuanto a abundancia de individuos capturados. Esto puede deberse a que, del mismo modo que con el paraguas entomológico, es posible golpear casi cualquier estrato de la vegetación con esta red, por lo tanto, es un método habitual en las recolectas de arañas llevadas a cabo para distintos estudios y en distintos tipos de vegetación. Las familias Oxyopidae, Thomisidae y Salticidae ocuparon la mayor abundancia en cuanto a este método, debido a que los individuos de estas familias acechan a sus presas en las flores de las plantas o entre la hierba, sitios que son golpeados con la red para llevar a cabo la captura de estos arácnidos.

Con base en nuestros resultados y debido a que con este método solo se registró una familia exclusiva, podemos mencionar que no es un método recomendado si lo que se desea es obtener individuos de alguna familia en particular, debido a que las familias abundantes en este método, también fueron abundantes en otros métodos empleados en este trabajo. Sin embargo, es un método recomendado y habitualmente empleado en los muestreos de arañas debido a su versatilidad y a la cantidad/abundancia de ejemplares que pueden ser recolectados, así como a la diversidad de familias que pueden ser registradas por medio de este método.

9.4.3 Búsqueda directa

Con base en nuestros resultados, el método de búsqueda directa resultó más eficiente en cuanto a riqueza de familias, probablemente por el hecho de que mediante este método 1) el recolector que lo empleaba, se dedicaba a recolectar de manera directa a lo largo de las cinco horas que duraban nuestros muestreos y 2) se abarcaba cualquier estrato vegetal, así como también se rodaban piedras, se buscaba debajo de troncos caídos, oquedades entre arboles/rocas, etc. A diferencia de otros trabajos en donde, con este método únicamente se dedican a buscar arañas durante una determinada cantidad de minutos, o buscan dentro de una determinada medida de metros cuadrados.

Este método registró la mayor cantidad de familias exclusivas debido a lo anteriormente mencionado. Por lo tanto, con base en nuestros resultados podemos mencionar que es un método eficaz para el registro de arañas corredoras de suelo o aquellas que tejen sus redes debajo de rocas; *e.g.* Euagridae, Oecobiidae, Sicariidae. Sin embargo, también es importante establecer parámetros que determinen hasta donde es adecuado buscar/recolectar con este método, para no interferir en sitios (*e.g.* flores, hierba) que pueden ser muestreados con otros métodos y no generar sesgos en la muestra. No obstante, en este trabajo no habría sido posible obtener ejemplares únicos de no haberlo utilizado y seguir nuestros métodos establecidos.

9.4.4 Trampas de caída

En nuestro trabajo, las trampas de caída fueron el segundo método de recolecta con la menor abundancia de individuos. Sin embargo, en otros trabajos se tiene registro de haber obtenido con este método arriba de 600 ejemplares (Rivas-Herrera, 2015; Campuzano y Padilla-Ramírez, 2020; Guerrero-Fuentes y Desales-Lara, 2021). Es importante mencionar que, este método de recolecta es muy utilizado cuando un proyecto se enfoca en arañas errantes de suelo y/o gremios asociados a este, en donde las trampas de caída resultan ser las más eficientes. Con este método es posible recolectar arañas de las familias Anyphaenidae, Clubionidae, Euagridae, Euctenizidae, Hahniidae, Oonopidae, Philodromidae, Phrurolithidae, Pisauridae, Selenopidae, Sicariidae, Sparassidae, Theridiidae, Trachelidae y Zoropsidae (Rivas-Herrera, 2015; Campuzano y Padilla-Ramírez, 2020; Guerrero-Fuentes y Desales-Lara, 2021), las

cuales no fueron registradas en las trampas de caída para el presente trabajo, pese a tener registros de distribución en SBC.

Una desventaja en el uso de este método puede ser que en ocasiones los ejemplares resultan dañados, ya sea por el tiempo que permanecen en campo dentro de esta trampa y/o por el anticongelante para auto (en el caso del presente trabajo) con el cual se mezcla el etanol.

9.4.5 Trampas de suelo suspendido

Con este método se registró la menor riqueza y abundancia de individuos recolectados, sin embargo, las familias Caponiidae y Oonopidae únicamente fueron registradas mediante este método. No obstante, hay que considerar que, es posible que en la hojarasca con la que llenábamos nuestras trampas estuvieran presentes estos individuos, para posteriormente ser recolectados al retirar estas trampas. Al ser un método puesto a prueba en este trabajo, queda como experiencia el uso del mismo y futuras modificaciones en él podrían ayudarnos a disminuir los sesgos anteriormente mencionados, como revisar que la hojarasca que será contenida dentro de las trampas de suelo suspendido esté libre de algún organismo de interés.

9.5 Estimación de la riqueza

De acuerdo con los estimadores de riqueza Chao 1 y Chao 2 empleados en este trabajo, logramos obtener el 85.71% y el 66.67% de la riqueza de familias estimadas, respectivamente. De acuerdo con Cardoso (2009) y sus parámetros para determinar qué tan completo es un inventario, nuestros resultados indican que logramos generar un inventario entre “razonable” y “comprensivo” siguiendo a Chao 2, y entre “comprensivo” y “exhaustivo” de acuerdo con Chao 1.

Previamente, para el estado de Morelos Hoffmann (1976) citó un total de 25 familias de arañas. De ellas, sólo tres no fueron registradas en el presente trabajo, las cuales fueron Filistatidae, Segestriidae y Zoropsidae. Nieto-Castañeda (2000) registró 14 familias de arañas para el estado de Morelos. De esta cifra, sólo cuatro no fueron registradas en el presente trabajo, las cuales fueron Amaurobiidae, Cheiracanthiidae, Microhexuridae y Miturgidae. Nieto-Castañeda *et al.* (2014) registraron 12 familias de

arañas para el estado. Sólo la familia Zoropsidae no fue registrada en el presente trabajo. González-Brito (2015) reportó 27 familias en Huautla, de las cuales Clubionidae, Dipluridae, Homalonychidae, Liocranidae y Pimoidae no fueron registradas en el presente trabajo. Rivas-Herrera (2015) registró 17 familias de arañas en Huautla. De ellas, solo la familia Zoropsidae no fue registrada en el presente trabajo. Hernández-Silva (2016) registró 22 familias en Huautla, de las cuales Mimetidae, Miturgidae, Plectreuridae y Titanoecidae no fueron registradas en el presente escrito.

Menéndez-Acuña (2017) registró un total de 40 familias en el estado de Morelos, de las cuales Clubionidae, Filistatidae, Hahniidae, Homalonychidae, Liocranidae, Mimetidae, Miturgidae y Zoropsidae no fueron registradas en el presente escrito. En su trabajo, el autor registró 28 familias para la ZAX, de las cuales Clubionidae, Mimetidae, Miturgidae y Zoropsidae no fueron registradas en el presente estudio. En contraste, en el presente escrito se registran las familias Caponiidae, Cybaeidae, Deinopidae, Diguettidae, Euctenizidae, Oecobiidae, Oonopidae, Pisauridae, Theraphosidae, Theridiosomatidae, Trachelidae, Trechaleidae y Zodariidae; las cuales no fueron determinadas para la ZAX en el trabajo de Menéndez-Acuña (2017). Salas-Rodríguez (2017) trabajó con la comunidad de arañas de la familia Araneidae en la REBIOSH, obtuvo un total de 620 ejemplares los cuales determinó en 13 géneros y 16 especies. En el presente trabajo se obtuvo un total de 139 individuos de la familia Araneidae, que fueron determinados en 13 géneros. Ambos autores registramos géneros que no fueron registrados por el otro. En el presente estudio, se determinó a los géneros *Allocyclosa* Levi, 1999 *Trichonephila* Dahl, 1911 *Verrucosa* McCook, 1888 y *Wagneriana* F.O. Pickard-Cambridge, 1904 los cuales no fueron registrados para la familia Araneidae por la autora antes citada. Es importante mencionar, que esta autora si encontró ejemplares del género *Trichonephila*, pero no los reportó dentro de Araneidae debido a que durante su trabajo, dicho género se encontraba dentro de la familia Nephilidae (familia actualmente no válida). Por su parte, Salas-Rodríguez (2017) registró a los géneros *Acacesia* Simón, 1895 *Eustala* Simón, 1895 *Larinia* Simón, 1874 *Mecynogea* Simón, 1903 y *Metazigia* F.O. Pickard-Cambridge, 1904 los cuales no fueron registrados en el presente trabajo.

Con base en todos estos comparativos, de las 37 familias determinadas en el presente trabajo, tres familias son nuevos registros para el estado de Morelos: Cybaeidae, Trechaleidae y Zodariidae. De este modo, el total de familias de arañas de Morelos se eleva a 53.

Las familias de arañas que se han registros en otros sitios con SBC en Morelos, y que no fueron observadas en el presente trabajo son Amaurobiidae, Cheiracanthiidae, Clubionidae, Dipluridae, Filistatidae, Hahniidae, Homalonychidae, Liocranidae, Microhexuridae, Mimetidae, Miturgidae, Pimoidae, Plectreuridae, Titanoecidae y Zoropsidae (Nieto-Castañeda, 2000; Nieto-Castañeda *et al.*, 2014; González-Brito, 2015; Rivas-Herrera, 2015; Hernández-Silva, 2016; Menéndez-Acuña, 2017), las cuales es probable que también se encuentren en la ZAX. Si se continúa con los muestreos y se modifican los métodos para la recolecta de individuos (*e.g.* aumentar el esfuerzo de recolecta, agregar muestreos nocturnos, aumentar el número de puntos de recolecta, implementar otros métodos de recolecta) es probable que se obtenga un mayor número de familias o se encuentren aquellas inferidas por los estimadores de riqueza.

10. Conclusiones

- ❖ Nuestra hipótesis y predicción se cumplieron, debido a que sí cambió la estructura de las comunidades de arañas presentes en la ZAX, y los máximos valores de riqueza, abundancia y diversidad se obtuvieron durante la temporada de lluvias.
- ❖ La riqueza de familias registrada para la ZAX, fue de 37 familias. Se recolectó un total de 1 968 individuos. La diversidad con orden 1 fue de 12 familias igualmente comunes, mientras que la diversidad con orden 2 fue de 8 familias igualmente dominantes.
- ❖ Se proporcionan tres nuevos registros de familias para el estado de Morelos, las cuales son la familia Cybaeidae, Trechaleidae y Zodariidae.
- ❖ Los cambios fenológicos de la comunidad de arañas fueron contrastantes entre los dos periodos estacionales presentes en la ZAX.
- ❖ La comunidad de arañas en el periodo estacional de lluvias fue 20% más diversa que la comunidad de arañas en el periodo estacional de sequías.
- ❖ Existe un recambio de familias de más de un 35% entre las comunidades de sequías y lluvias presentes en la ZAX.
- ❖ Los métodos de recolecta activos fueron más eficientes en términos de abundancia en contraste con los métodos de recolecta pasivos, debido a que los activos registraron la mayor proporción de individuos recolectados.
- ❖ Los cinco métodos de recolecta utilizados en el presente trabajo registraron al menos una familia exclusiva cada uno: búsqueda directa, nueve familias; paraguas entomológico y trampas de suelo suspendido, dos familias cada uno; red de golpeo y trampas de caída, una familia cada uno.
- ❖ Si se continúa con los muestreos en la ZAX y se modifican los métodos establecidos para la recolecta de individuos, es posible que se encuentren las familias inferidas por los estimadores de riqueza, debido a que existen registros de familias que no fueron observadas en el actual trabajo, para otros sitios con SBC.

Literatura citada

- Agnarsson, I. y Levi, H. W. (2017). Theridiidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 256-269 pp.
- Bennett, R. G. (2017a). Cybaeidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 96-101 pp.
- Bennett, R. G. (2017b). Dictynidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 105-111 pp.
- Bennett, R. G. y Ubick, D. (2017). Agelenidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 64-68 pp.
- Bolaños-Gutiérrez, R. (2013). Herpetofauna del sitio arqueológico de Xochicalco, Morelos, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacalaca. Universidad Nacional Autónoma de México. Los Reyes Iztacalaca, Estado de México.
- Bond, J. E. (2017). Euctenizidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 55-57 pp.
- Brady, A. R. y Santos, A. J. (2017). Oxyopidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 205-207 pp.
- Brusca, R. C. y Brusca, G. J. (2005). *Invertebrados*. España. GEA Consultoría Editorial S.L.
- Campuzano, E. F., Ibarra-Núñez, G., Chamé-Vázquez, E. R., Montañó-Moreno, H. (2016). Understory spider assemblages from a cloud forest in Chiapas, México, and their relationships to environmental variables. *Arthropod-Plant Interactions*, 10: 237-248.
- Campuzano, E. F. y Padilla-Ramírez, J. R. (2020). Spatial and seasonal patterns of ground-dwelling spider assemblages belonging to the retrolateral tibia apophysis clade (Araneae: Araneomorphae) in two remnants of pine-oak forest from Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 56: 220-233.
- Cardoso, P. (2009). Standardization and optimization of arthropod inventories – the case of Iberian spiders. *Biodiversity and Conservation*, 18: 3949-3962.
- Carico, J. E. (2017a). Pisauridae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 218-219 pp.
- Carico, J. E. (2017b). Trechaleidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 281 pp.
- Carvalho, L. S., Sebastian, N., Araujo, H. F. P., Dias, S. C., Venticinque, E., Brescovit, A. D., Vasconcellos, A. (2015). Climatic variables do not directly predict spider richness and abundance in semiarid caatinga vegetation, Brazil. *Environmental Entomology*, 44: 54-63.

CEAMA-CONABIO, (2003). Estrategia estatal sobre biodiversidad de Morelos. Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Morelos, México.

Chao, A. y Chiu, C. H. (2016). Nonparametric estimation and comparison of species richness. En; *eLS*. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester.

Chen, Z., Corlett, R. T., Jiao, X., Liu, S., Charles-Dominique, T., Zhang, S., Li, H., Lai, R., Long, C., Quan, R. (2018). Prolonged milk provisioning in a jumping spider. *Science*, 362: 1052–1055.

Clement-Carretero, H. C., Barraza-Garza, G., García-García, F., Diego-García, E., Villegas-Villareal, E., Corzo-Borguete, G. (2021). El género *brachypelma* (Araneae: Theraphosidae) en México y en el estado de Morelos: Componentes del veneno y aplicaciones. en: Diversidad biológica e importancia cultural del estado de Morelos (pp: 300-317). Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Coddington, J. A. (2017a). Deinopidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 102-103 pp.

Coddington, J. A. (2017b). Theridiosomatidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 270-271 pp.

Coddington, J. A. y Levi, H. W. (1991). Systematics and evolution of spiders (Araneae). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 122: 565-592.

Coddington, J. A., Griswold, C. E., Silva, D., Peñaranda, E., Larcher, S. F. (1991). Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. En; *The Unity of Evolutionary Biology: Proceedings of the Fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology*, 2: 44–60.

Coddington, J. A., Young, L. H., Coyle, F. A. (1996). Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *Journal of Arachnology*, 24: 111-118.

Coddington, J. A., Giribet, G., Harvey, M. S., Prendini, L., Walter, D. E. (2004). Arachnida. En; *Assembling the Tree of Life* (Cracraft, J. y Donoghue, M. J.). Oxford University Press. 296-318 pp.

CONAGUA. (2019). Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional de Agua. Estación El Rodeo. Recuperado de: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Normales8110/NORMAL17006.TXT>

Corona-M, E. (2014). Relieves con motivos zoomorfos en Xochicalco, Morelos. *Revista ARCHAEOBIOS*, 8: 17-25.

Costello, M. J. y Daane, K. M. (2005). Day vs. night sampling for spiders in grape vineyards. *Journal of Arachnology*, 33: 25–32.

- Craig, P. R., Savary, W. E., Ubick, D. (2017). Oecobiidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 198-199 pp.
- Crews, S. C. (2017). Selenopidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 241-242 pp.
- Cutler, B. (2017). Hersiliidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 128-129 pp.
- Diario Oficial de la Federación. (1994). Decreto por el que se declara zona de monumentos arqueológicos el área conocida como Xochicalco, ubicada en los municipios de Temixco y Miacatlán, Morelos.
- Dondale, C. D. (2017a). Lycosidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 178-182 pp.
- Dondale, C. D. (2017b). Philodromidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 208-209 pp.
- Draney, M. L. y Buckle, D. J. (2017). Linyphiidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 137-175 pp.
- Dunlop, J. A. (2010). Geological history and phylogeny of Chelicerata. *Arthropod Structure & Development*, 39: 124-142.
- Durán-Barrón, C. G. (2020). Arañas (Araneae). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2* (pp:67-72). Vol. II. CONABIO, México.
- Durán-Barrón, C. G. y Pérez, T. M. (2016). Arañas de importancia médica: la viuda negra y la araña violinista. En; *La biodiversidad en la Ciudad de México* (CONABIO/SEDEMA). México. 239-244 pp.
- Escalante-Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? los estimadores no paramétricos de chao. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 52: 53-56.
- Esquivel-Román, A., Callejas-Chavero, A., Villegas-Guzmán, G. A. (2018). Relación de la temporalidad (estiaje y lluvias) con la riqueza y abundancia de arañas saltarinas (Araneae: Salticidae) en cinco localidades de San Luis Potosí. *Entomología Mexicana*, 5: 8-14.
- Estrada-Álvarez, J. C., Sánchez-Jasso, J. M., Medina-Castro, J. P. (2016). Primer registro de *Euagrus leones* Coyle, 1988 (Araneae: Dipluridae) para el Estado de México. *Dugesiana*, 23: 35-36.
- Foelix, R. F. (1996). *Biology of spiders*. Oxford University Press, Inc. and Georg Thieme Verlag. New York, New York.
- Francke, O. F. (2014). Biodiversidad de Arthropoda (Chelicerata: Arachnida ex Acari) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 408-418.
- Giribet, G. y Edgecombe, G. D. (2013). The Arthropoda: A phylogenetic framework. En; *Arthropod Biology and Evolution* (Minelli, A. et al.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 17-40 pp.

González-Brito, W. A. (2015). Efecto de un gradiente de contaminación por jales mineros sobre las comunidades de artrópodos asociadas a la vegetación y con énfasis en el orden Araneae en Huautla, Morelos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Google Maps. (2020). Mapa de la Zona Arqueológica de Xochicalco, estado de Morelos. Recuperado de Maps móvil, versión 9.42.3.

Guerrero-Fuentes, D. R. y Desales-Lara, M. A. (2021). Arañas edáficas del clado RTA (Arachnida: Araneae) del sur de Tonalco, Estado de México, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 37: 1-25.

Halffter, G. y Moreno, C. E. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En; *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gama* (Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P., Melic, A.). Zaragoza. 5-18 pp.

Hernández-Silva, Y. G. (2016). Araneofauna de vegetación en tratamientos de restauración ecológica en selva estacional de Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Hoffmann, A. (1976). Relación bibliográfica preliminar de las arañas de México (Arachnida: Araneae). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Huber, B. A. (2017). Pholcidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 210-212 pp.

INEGI marco geostadístico. (2023). México en cifras: Miacatlán, Morelos. Recuperado el 23 de mayo, 2023 de: [México en cifras \(inegi.org.mx\)](https://inegi.org.mx)

Jimenez, M. L. (1996). Araneae. En; Llorente-Bousquets, J., García-Aldrete, A. N., Gonzales-Soriano, E. (Eds). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento* (pp. 82-101). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *OIKOS*, 113: 363-375.

Jost, L. y González-Oreja, J. A. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 56 (1-2): 3-14.

Juárez-Sotelo, L. E., Olalde-Estrada, I., Castellanos-Vargas, I., Cano-Santana, Z. (2018). Comunidades de artrópodos terrestres en sitios perturbados de selva baja caducifolia del ejido de San José Tilapa, Coxcatlán, Puebla, México. *Entomología Mexicana*, 5: 294-300.

Koleff, P., Gaston, K. J., Lennon, J. J. (2003). Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72: 367-382.

Kuntner, M. (2017). Nephilidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 191-192 pp.

- Langlands, P. R., Brennan, K. E. C., Framenau, V. W., Main, B. Y. (2011). Predicting the post-fire responses of animal assemblages: testing a trait-based approach using spiders. *Journal of Animal Ecology*, 80: 558–568.
- Lapp, J. T. y Dondale, C. D. (2017). Thomisidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 272-277 pp.
- Levi, H.W. (1959). The spider genus *Latrodectus* (Araneae, Theridiidae). *Transactions of the American Microscopical Society*, 78: 7-43.
- Levi, H. W. y Hormiga, G. (2017). Tetragnathidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 252-255 pp.
- Levi, H. W. y Kallal, R. J. (2017). Araneidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 77-84 pp.
- Lew, S. E. (2017). Sparassidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 245-247 pp.
- Llorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 283-322). CONABIO, México.
- Luna-Reyes, M., Llorente-Bousquets, J., Luis-Martínez, A. (2008). Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera). *Revista de Biología Tropical*, 56: 1677-1716.
- Medina-Soriano, F. J., Vázquez-Rojas, I., López-Campos, M. G. (2021). Arácnidos de Morelos, actualización de los registros para el estado. En: *Diversidad biológica e importancia cultural del estado de Morelos* (pp: 274-298). Tomos I-II. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.
- Menéndez-Acuña, M. (2017). Efecto de la diversidad genética de una especie fundadora sobre la comunidad de plantas y arañas asociadas: el caso de *Bursera copallifera* en Morelos, México. Tesis de maestría. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.
- Melic, A., Barrientos, J. A., Morano, E., Urones, C. (2015). Clase Arachnida: Orden Araneae. *Revista Ibérica de Aracnología*, 11: 1-13.
- Miranda F. y Hernández X, E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28: 29-179.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y tesis SEA. Zaragoza.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261.

Naturalista. (2023). Consultado el 25 de mayo de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de: <http://www.naturalista.mx>.

Nieto-Castañeda, I. G. (2000). Inventario de arañas de algunas localidades de los estados de Puebla y Morelos en la parte alta del Balsas. Tesis de licenciatura. Facultad de estudios superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.

Nieto-Castañeda, I. G., Pérez-Miguel, L., García-Cano, A. A. (2014). New records of spiders (Arachnida: Araneae) from the Balsas basin in central Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 59: 426-430.

Nyffeler, M., Olson, E. J., Symondson, W. O. C. (2016). Plant-eating by spiders. *Journal of Arachnology*, 44: 15–27.

Opatova, V., Hamilton, C. A., Hedin, M., Montes de Oca, L., Král, J., Bond, J. E. (2020). Phylogenetic systematics and evolution of the spider infraorder Mygalomorphae using genomic scale data. *Systematic Biology*, 69: 671-707.

Opell, B. D. (2017). Uloboridae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 284-287 pp.

Paquin, P. y Hedin, M. (2017). Nesticidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 193-195 pp.

Plan Municipal de Desarrollo. (2013). Miacatlán unidos ganamos todos. Recuperado de: [PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO \(transparenciamorelos.mx\)](http://PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO (transparenciamorelos.mx))

Prentice, T. R. y Hendrixson, B. E. (2017). Theraphosidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 62-63 pp.

Rebolledo-Olvera, C. (2012). Mamíferos medianos de la zona arqueológica de Xochicalco, estado de Morelos. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacalaca. Universidad Nacional Autónoma de México. Los Reyes Iztacalaca, Edo. de México.

Rebollo-Salinas, D. B. (2019). Biomagnificación de metales pesados en una cadena trófica en los jales de Huautla, Morelos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.

Richman, D. B. (2017). Trachelidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 279-280 pp.

Richman, D. B., Edwards, G. B., Cutler, B. (2017). Salticidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 224-236 pp.

Richman, D. B. y Ubick, D. (2017). Anyphaenidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 75-76 pp.

Rivas-Herrera, C. I. (2015). Araneofauna errante (Arachnida: Araneae) en tratamientos de restauración ecológica en la selva estacional de Sierra de Huautla, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.

Rosas-Echeverría, M. V., Coyote-Ávila, C. A., Aguilar-Dorantes, K. M., Martínez-Peralta, C. (2019). Diversity of butterflies (Lepidoptera) in Sierra de Huautla, Morelos, México: A conservation approach. *Annals of the Entomological Society of America*, 112: 409-417.

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Salas-Rodríguez, M. (2017). Diversidad de la familia Araneidae (Arachnida: Araneae) en tres localidades de Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.

Sánchez-Vega, U. y Villegas-Guzmán, G. A. (2018). Estructura de la comunidad de arañas (Arachnida: Araneae) en un matorral xerófilo del Estado de México, México. *Entomología mexicana*, 5: 246-252.

Sosa-Romero, M., Menéndez-Acuña, M., Burgos-Solorio, A. (2016). Fenología y estacionalidad del género *Mexigonus* Edwards, 2002 (Araneae: Salticidae) en un bosque templado al norte de Cuernavaca, Morelos, México. *Entomología mexicana*, 3: 919-923.

Sosa-Romero, M. (2017). Diversidad de arañas de la familia Salticidae Blackwall, 1841 (Arachnida: Araneae) en un bosque de pino-encino al norte del municipio de Cuernavaca, Morelos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.

Toledo-Hernández, V. H. y Corona-López, A. M. (2009). Comunidad de Buprestidae, Cerambycidae y Cleridae (Coleóptera) de la reserva de la biósfera Sierra de Huautla, Morelos. México. En; *Taller internacional de Recursos Naturales* (Ruíz-Cancino, E. y Coronado-Blanco, J. M.). Memoria. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Trejo-Vázquez, I. (1999). El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas*, 39: 40-52.

Ubick, D. (2017a). Caponiidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 85-86 pp.

Ubick, D. (2017b). Diguettidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 112 pp.

Ubick, D. (2017c). Gnaphosidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 118-123 pp.

Ubick, D. (2017d). Scytodidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 237-238 pp.

Ubick, D. (2017e). Sicariidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 243-244 pp.

Ubick, D., Paquin, P., Cushing, P. E., Roth, V. (2017). *Spiders of North America. An identification manual*. Keene, New Hampshire: American Arachnological Society.

Ubick, D. y Craig, P. R. (2017). Zodariidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 288-289 pp.

Ubick, D. y Dávila, D. S. (2017). Ctenidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 94-95 pp.

Ubick, D. y Dupérré, N. (2017). Oonopidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 200-204 pp.

Ubick, D. y Richman, D. B. (2017). Corinnidae. En; *Spiders of North America: An identification manual* (Ubick, D., Paquin, P., Roth, V. y Cushing, P.). Keene, New Hampshire. 91-93 pp.

Vetter, R. S. y Visscher, P. K. (1998). Bites and stings of medically important venomous arthropods. *International Journal of Dermatology*, 37: 481–496.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umana, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Wheeler, W. C., Coddington, J. A., Crowley, L. M., Dimitrov, D., Goloboff, P. A., Griswold, C. E., Zhang, J. (2017). The spider tree of life: phylogeny of Araneae based on target-gene analyses from an extensive taxon sampling. *Cladistics*, 33: 574-616.

World Spider Catalog. (2023). World Spider Catalog. Version 24. Natural History Museum Bern. Recuperado el 25 de mayo, 2023 de: <https://wsc.nmbe.ch/>

Zárate-Gálvez, K., García-Villafuerte, M. A., Pérez-Bonifaz, C. A. (2010). First record of *Euagrus pristinus* O. Pickard-Cambridge, 1899 (Araneae: Dipluridae) for Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 26: 469-472.

Apéndice I

Lista de familias de arañas presentes en la Zona Arqueológica de Xochicalco

Agelenidae C. L. Koch, 1837

Agelenidae gen. et sp.

Anyphaenidae Bertkau, 1878

Anyphaena Sundevall, 1833

Anyphaena sp.

Wulfila O. Pickard-Cambridge, 1895

Wulfila sp.

Araneidae Clerck, 1757

Allocyclosa Levi, 1999

Allocyclosa sp.

Araneus Clerck, 1757

Araneus flavus (O. Pickard-Cambridge, 1894)

Argiope Audouin, 1826

Argiope argentata (Fabricius, 1775)

Edricus O. Pickard-Cambridge, 1870

Edricus productus (O. Pickard-Cambridge, 1896)

Eriophora Simon, 1864

Eriophora sp.

Mangora O. Pickard-Cambridge, 1889

Mangora sp.

Micrathena Sundevall, 1833

Micrathena mitrata (Hentz, 1850)

Neoscona Simon, 1864

Neoscona oaxacensis (Keyserling, 1864)

Ocrepeira Marx, 1883

Ocrepeira sp.

Trichonephila Dahl, 1911

Trichonephila clavipes (Linnaeus, 1767)

Verrucosa McCook, 1888

Verrucosa sp.

Wagneriana F. O. Pickard-Cambridge, 1904

Wagneriana spicata (O. Pickard-Cambridge, 1889)

Caponiidae Simon, 1890

Caponiidae gen. et sp.

Corinnidae Karsch, 1880

Castianeira Keyserling, 1879

Castianeira sp.

Creugas Thorell, 1878

Creugas sp.

Ctenidae Keyserling, 1877

Ctenidae gen. et sp.

Cybaeidae Banks, 1892

Cybaeidae gen. et sp.

Deinopidae C. L. Koch, 1850

Deinopis MacLeay, 1839

Deinopis sp.

Dictynidae O. Pickard-Cambridge, 1871

Mallos O. Pickard-Cambridge, 1902

Mallos sp.

Diguetidae F. O. Pickard-Cambridge, 1899

Diguetia Simon, 1895

Diguetia sp.

Euagridae Raven, 1979

Euagrus Ausserer, 1875

Euagrus sp.

Euctenizidae Thorell, 1887

Euctenizidae gen. et sp.

Gnaphosidae Pocock, 1898

Cesonia Simon, 1893

Cesonia sp.

Hersiliidae Thorell, 1870

Neotama Baehr & Baehr, 1993

Neotama mexicana (O. Pickard-Cambridge, 1893)

Linyphiidae Blackwall, 1859

Frontinella F. O. Pickard-Cambridge, 1902

Frontinella sp.

Lycosidae Sundevall, 1833

Lycosidae gen. et sp.

Nesticidae Simon, 1894

Nesticidae gen. et sp.

Oecobiidae Blackwall, 1862

Oecobius Lucas, 1846

Oecobius sp.

Oonopidae Simon, 1890

Oonopidae gen. et sp.

Oxyopidae Thorell, 1870

Hamataliwa Keyserling, 1887

Hamataliwa sp.

Oxyopes Latreille, 1804

Oxyopes sp.

Peucetia Thorell, 1870

Peucetia longipalpis (F. O. Pickard-Cambridge)

Peucetia viridans (Hentz, 1832)

Philodromidae Thorell, 1870

Apollophanes O. Pickard-Cambridge, 1898

Apollophanes sp.

Ebo Keyserling, 1884

Ebo sp.

Pholcidae C. L. Koch, 1850

Pholcidae gen. et sp.

Pisauridae Simon, 1890

Pisauridae gen. et sp.

Salticidae Blackwall, 1841

Colonus F. O. Pickard-Cambridge, 1901

Colonus sp.

Lyssomanes Hentz, 1845

Lyssomanes jemineus (Peckham, Peckham & Wheeler, 1889)

Nycerella Galiano, 1982

Nycerella delecta (Peckham & Peckham, 1896)

Paraphidippus F. O. Pickard-Cambridge, 1901

Paraphidippus aurantius (Lucas, 1833)

Phidippus C. L. Koch, 1846

Phidippus sp.

Sarinda Peckham & Peckham, 1892

Sarinda sp.

Sassacus Peckham & Peckham, 1895

Sassacus sp.

Scytodidae Blackwall, 1864

Scytodes Latreille, 1804

Scytodes sp.

Selenopidae Simon, 1897

Selenops Latreille, 1819

Selenops sp.

Sicariidae Keyserling, 1880

Loxosceles Heineken & Lowe, 1832

Loxosceles sp.

Sparassidae Bertkau, 1872

Sparassidae gen. et sp.

Tetragnathidae Menge, 1866

Leucauge White, 1841

Leucauge sp.

Tetragnatha Latreille, 1804

Tetragnatha sp.

Theraphosidae Thorell, 1869

Brachypelma Simon, 1891

Brachypelma albiceps (Pocock, 1903)

Theridiidae Sundevall, 1833

Latrodectus Walckenaer, 1805

Latrodectus geometricus (C. L. Koch, 1841)

Latrodectus mactans (Fabricius, 1775)

Rhomphaea L. Koch, 1872

Rhomphaea sp.

Steatoda Sundevall, 1833

Steatoda sp.

Theridion Walckenaer, 1805

Theridion sp.

Tidarren Chamberlin & Ivie, 1934

Tidarren sp.

Theridiosomatidae Simon, 1881

Theridiosomatidae gen. et sp.

Thomisidae Sundevall, 1833

Bucranium O. Pickard-Cambridge, 1881

Bucranium sp.

Isaloides F. O. Pickard-Cambridge, 1900

Isaloides sp.

Mecaphesa Simon, 1900

Mecaphesa dubia (Keyserling, 1880)

Mecaphesa sp.

Misumenoides F. O. Pickard-Cambridge, 1900

Misumenoides quetzaltocatl Jiménez, 1992

Misumenoides sp.

Parasynema F. O. Pickard-Cambridge, 1900

Parasynema cirripes (O. Pickard-Cambridge, 1891)

Parasynema sp.

Synema Simon, 1864

Synema sp.

Tmarus Simon, 1864

Tmarus sp.

Xysticus C. L. Koch, 1835

Xysticus facetus O. Pickard-Cambridge, 1896

Trachelidae Simon, 1897

Trachelidae gen. et sp.

Trechaleidae Simon, 1890

Trechalea Thorell, 1869

Trechalea sp.

Uloboridae Thorell, 1869

Miagrammopes O. Pickard-Cambridge, 1870

Miagrammopes sp.

Uloborus Latreille, 1806

Uloborus sp.

Zodariidae Thorell, 1881

Zodariidae gen. et sp.

Apéndice II

Diagnosis de las familias de arañas presentes en la Zona Arqueológica de Xochicalco

Infraorden Mygalomorphae

Familia Euagridae Raven, 1979

Diversidad: La familia Euagridae se encuentra conformada por 14 géneros y 87 especies alrededor del mundo (World Spider Catalog, 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con ocho ocelos cercanamente agrupados. Fóvea longitudinal. Enditos con serrula. Esternón más largo que ancho. En machos, fémur 1 y 2 con un parche de “dientes” en la cara lateral. En machos, tibia 2 con variable número de prominentes apófisis en forma de “espinas” en la cara ventral. En machos, el metatarso 2 presenta dos o tres quillas en la cara ventral. Tarsos con tres uñas. Dos pares de libros pulmonares. Dos pares de hileras; hileras medias posteriores (HMP) unisegmentadas; hileras laterales posteriores (HLP) muy alargadas. Hembras haplóginas. Pedipalpo del macho: en ocasiones con “espinas” en la punta del cimbio (Zárate-Gálvez *et al.*, 2010; Estrada-Álvarez *et al.*, 2016; Opatova *et al.*, 2020).



Fotografía de un ejemplar de la familia Euagridae.
Créditos: E. Villa

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar normalmente debajo de rocas o troncos, en donde tejen sus redes de manera tubular, en aspecto de “manta” o en ocasiones de forma irregular.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Euagrus Ausserer, 1875

Familia Euctenizidae Raven, 1985

Diversidad: La familia Euctenizidae se encuentra conformada por 8 géneros y 77 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosís: Los ocelos se encuentran cercanamente agrupados en un tubérculo. Surco torácico transversal, y de forma variable. Quelíceros con rastelo, una línea de dientes en el promargen y pequeños denticulos en el retromargen. Labio generalmente corto; puede o no haber cuspulas. Enditos más largos que anchos; con cuspulas. Esternón generalmente más largo que ancho; con cuatro pares de sigilas. En ocasiones con peines de acicalamiento en el Metatarso 4. Tibia, Metatarso y Tarso en ocasiones con prominentes parches de espinas y con lóbulos. Escópula presente en el tarso y metatarso 1 y 2. Uña tarsal con una línea de dientes. Opistosoma con dos pares de libros pulmonares. Dos pares de hileras; HMP cortas y unisegmentadas; HLP largas y con tres segmentos: segmento distal con 2-3 spigots (pequeñas extensiones de donde se secreta seda). Hembras haplóginas con dos espermatecas de manera transversal, ligeramente esclerosada y con un elongado bulbo apical. Pedipalpo del macho con un émbolo delgado; puede o no haber espinas apicales en el cimbio (Bond, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Euctenizidae.
Créditos: E. Villa

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar en sus madrigueras debajo de rocas, troncos o en ocasiones en oquedades a ras de suelo, en donde tejen sus redes en forma de manta o en forma de embudo. Algunas especies pueden realizar trampas bajo suelo (como un túnel recubierto de seda, como si fuera un “calcetín”), la cual cubren con una tapa hecha a base de “tierra” y seda (Bond, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Euctenizidae ge. et sp.

Familia Theraphosidae Thorell, 1869

Diversidad: La familia Theraphosidae se encuentra conformada por 159 géneros y 1 063 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Esta familia se caracteriza porque los ocelos (ocho ocelos) de sus integrantes se encuentran cercanamente agrupados en el margen anterior; algunas especies carecen de ocelos. La región cefálica en el carapacho se encuentra ligeramente elevada. Fóvea transversal o procurva. Quelíceros robustos, con una línea de macrodientes en la parte prolateral del “colmillo” y dentículos en la parte basal pro y retrolateral de la misma línea. Enditos alargados con proyecciones anteriores (lóbulo); cúspulas en la región basal de enditos y labio. Esternón más largo que ancho; en ocasiones con tres pares de sigila. En algunos machos adultos la Tibia 1 presenta espolones/ganchos bífidos. Todos los tarsos presentan mechones de uñas y dos uñas terminales. El opistosoma presenta un parche de setas urticantes en la cara dorsal posterior. Dos pares de libros pulmonares. Dos pares de hileras; HMP unisegmentadas; HLP alargadas y con tres segmentos. Hembras haplóginas, con espermateca débilmente esclerosada. En machos, el órgano copulador es piriforme y el émbolo es delgado o apicalmente ancho (Prentice y Hendrixson, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Theraphosidae.
Créditos: E. Villa

Microhábitat: Algunos individuos de esta familia construyen madrigueras en el suelo, pueden encontrarse debajo de rocas, errando en el suelo o sobre los árboles (hábitos arborícolas), dentro de cuevas, etc. No obstante, los individuos observados en la ZAX se encontraron deambulando en el suelo o debajo de rocas.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Brachypelma Simon, 1891.

Infraorden Araneomorphae

Familia Agelenidae C. L. Koch, 1837

Diversidad: La familia Agelenidae se encuentra conformada por 94 géneros y 1 380 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos acomodados en dos líneas transversales procurvadas. Prosoma generalmente piriforme. Fóvea longitudinal. En los quelíceros, el promargen tiene de tres a cinco dientes; retromargen del quelíceros con dos a siete dientes (también puede o no tener dentículos). Labio generalmente más ancho que largo. Enditos más largos que anchos y ligeramente convergentes. Esternón más largo que ancho; con terminación “puntiaguda” posteriormente. Trocánter III y IV “dentados”. Macrosetas en tibia y metatarso. Tarso con una línea de seis a nueve tricobotrias. Presencia de tres uñas tarsales. Un par de libros pulmonares en el opistosoma. Espiráculo traqueal pequeño y anterior al colulus; colulus dividido, reducido y a veces con parches de setas. Hileras anteriores ligeramente separadas. Hileras posteriores ampliamente separadas; segmento distal aproximadamente dos veces más grande que el segmento basal. Hembras enteléginas, el epiginio puede estar o no dividido, con o sin septum desarrollado, escape y/o “ganchos” laterales. Pedipalpo del macho con apófisis retrolateral en la tibia (ART); a veces con apófisis asociadas con el émbolo. Émbolo de tamaño y forma variable (Bennett y Ubick, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Agelenidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: Se les puede encontrar en sus madrigueras, mismas que construyen con forma de túnel, entre la hojarasca del suelo o en oquedades a ras del suelo.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Agelenidae gen. et sp.

Familia Anyphaenidae Bertkau, 1878

Diversidad: La familia Anyphaenidae se encuentra conformada por 58 géneros y 635 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Poseen ocho ocelos dispuestos en dos líneas con cuatro ocelos cada una. Opistosoma piriforme. Quelíceros con tres dientes; si no, con dentículos. Enditos y labio, más largos que anchos. Esternón más largo que ancho; con triángulos precoxales. Patas progradas; tarso y metatarso anteriores con escopula. Tarsos con dos uñas y mechones de uñas en forma de “hojas”. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal dispuesto entre las hileras y el surco epigástrico (a la mitad de la cara ventral del opistosoma). Colulus presente. Hileras laterales anteriores (HLA) cónicas y contiguas. Hembras enteléginas, epiginio esclerosado; aberturas copulatorias pequeñas. Pedipalpo del macho con ART de forma variable; en ocasiones con apófisis ventral en la tibia (AVT) y apófisis retrolateral en la patela; émbolo de forma variable (Richman y Ubick, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Anyphaenidae.
Foto: Yoatzin Peñaflor (Liberado en CC BY) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: Los individuos de esta familia generalmente son de hábitos nocturnos, y se les puede encontrar en/sobre la vegetación, debajo de la hojarasca, debajo de rocas y en ocasiones deambulando sobre los árboles (Richman y Ubick, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Anyphaena Sundevall, 1833.

Wulfila O. Pickard-Cambridge, 1895.

Familia Araneidae Clerck, 1757

Diversidad: La familia Araneidae se encuentra conformada por 188 géneros y 3 126 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnos: Se caracteriza porque sus integrantes tienen cuatro pares de ocelos dispuestos en dos líneas con cuatro ocelos cada una de ellas. Tienen un clípeo reducido. Labio más ancho que largo. Enditos generalmente cuadrados. Esternón más largo que ancho. Presencia de tres uñas tarsales. Opistosoma generalmente más largo que ancho; algunas especies presentan protuberancias. Un par de libros pulmonares en el opistosoma. Tres pares de hileras. Hembras enteléginas, con proyección del epiginio (escape). En machos, el paracimbio unido al cimbio (Levi y Kallal, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Araneidae.
Créditos: E. Villa

Microhábitat: A estos individuos generalmente se les puede encontrar “boca abajo” en el centro de sus redes, las cuales tejen de manera orbicular o con patrones circulares entre ramas u hojas de los árboles, arbustos, suculentas, etc. Además, es común que algunas especies se mantengan “escondidas” entre hojas cerca de sus redes, esperando por una presa que pueda caer en ella.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Allocyclosa Levi, 1999.

Araneus Clerck, 1757.

Argiope Audouin, 1826.

Edricus O. Pickard-Cambridge, 1890.

Eriophora Simon, 1864.

Mangora O. Pickard-Cambridge, 1889.

Micrathena Sundevall, 1833.

Neoscona Simon, 1864.

Ocrepeira Marx, 1883.

Trichonephila Dahl, 1911.

Verrucosa McCook, 1888.

Wagneriana F. O. Pickard-Cambridge, 1904.

Familia Caponiidae Simon, 1890

Diversidad: La familia Caponiidae se encuentra conformada por 20 géneros y 139 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Algunas especies de esta familia pueden tener ocho o dos ocelos; ocelos anteriores medios (OAM), siempre presentes. Clípeo inclinado. Prosoma oval o piriforme; puede o no haber fóvea. Margen externo del quelícero con crestas estridulatorias; margen interno con lámina media y un lóbulo distal membranoso. Labio en forma triangular. Enditos fuertemente convergentes, con serrula. Esternón oval, con extensiones puntiagudas entre las coxas. Tarsos con tricobotrias y tres uñas. Opistosoma elongado y con abundantes setas (aspecto “peludo”). Libros pulmonares ausentes; dos pares de espiráculos traqueales en el surco epigástrico. Tres pares de hileras; HLA separadas; HMP desplazadas anteriormente en una línea transversa con HLA; HLP más largas que el resto. Hembras haplóginas. Pedipalpo del macho con tarsos elongados; bulbo grande, esférico y émbolo de tamaño variable (Ubick, 2017a).



Fotografía de un ejemplar de la familia Caponiidae.
Foto: Barry Sullender (Liberado en CC BY-NC) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: Los caponidos son cazadores errantes, por ende, se les puede encontrar en el suelo, debajo de rocas y en la hojarasca. En ocasiones se les puede encontrar deambulando en los árboles (Ubick, 2017a).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Caponiidae gen. et sp.

Familia Corinnidae Karsch, 1880

Diversidad: La familia Corinnidae se encuentra conformada por 74 géneros y 843 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Presentan dos líneas con cuatro ocelos cada una; línea de ocelos anteriores ligeramente recurva; línea de ocelos posteriores generalmente procurva. Prosoma piriforme. Quelíceros dentados. Enditos y labio, más largos que anchos; enditos en ocasiones con una constricción media y con serrula. Esternón oval con triángulos precoxales. Patas progradas con tibias anteriores con pares de “espinas” en la cara ventral. Tarsos con dos uñas y mechones de uñas. Opistosoma oval. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal cercano a las hileras. Colulus presente. Tres pares de hileras; HLA cónicas y contiguas; HMP elongadas en hembras; HLP con el segmento apical corto. Hembras enteléginas con epiginio esclerosado; en ocasiones con dos aberturas copulatorias. Pedipalpo del macho generalmente con ART; bulbo de tamaño y forma variable (Ubick y Richman, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Corinnidae.
Créditos: E. Villa

Microhábitat: Los corínidos son errantes de suelo, se les puede encontrar debajo de rocas, en la vegetación o entre la hojarasca; algunas especies mimetizan hormigas (Ubick y Richman, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Castianeira Keyserling, 1879.

Creugas Thorell, 1878.

Familia Ctenidae Keyserling, 1877

Diversidad: La familia Ctenidae se encuentra conformada por 48 géneros y 593 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnos: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos dispuestos en tres líneas; ocelos anteriores laterales (OAL) pequeños y posicionados cercanos a los ocelos posteriores laterales (OPL). Prosoma piriforme con una profunda fovea longitudinal. Queléceros dentados. Labio generalmente más largo que ancho. Enditos más largos que anchos. Esternón oval con triángulos precoxales. Patas progradadas, trocánteres profundamente dentados, cara ventral de las tibiae anteriores con al menos cinco pares de espinas. Tarsos con dos uñas, escopula y mechones de uñas; con dos o tres líneas de tricobotrias en el tarso. Un par de libros pulmonares en el opistosoma; espiráculo traqueal ligeramente anterior a las hileras. Hileras anteriores cónicas y contiguas. Hembras enteléginas, epiginio esclerosado con presencia de un lóbulo medio. Pedipalpo del macho en ocasiones con ART, bulbo con tegulo y subtegulo, con presencia de una apófisis media (Ubick y Dávila, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Ctenidae.
Créditos: F. Pilo

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar deambulando por el suelo, debajo de rocas, entre la hojarasca, entre grietas/oquedades, y en ocasiones dentro de cuevas.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Ctenidae gen. et sp.

Familia Cybaeidae Banks, 1892

Diversidad: La familia Cybaeidae se encuentra conformada por 19 géneros y 291 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Generalmente tienen ocho ocelos acomodados en dos líneas, con los OAM reducidos. Prosoma generalmente piriforme, oscurecido alrededor de los ocelos. Fóvea longitudinal. Quelíceros con un borde en su base hacia adelante, y márgenes dentados. Labio cuadrado, más ancho que largo. Enditos ligeramente más largos que anchos, ligeramente convergentes. Esternón ligeramente más largo que ancho, truncado anteriormente, acuminado posteriormente, y extensiones ligeramente separadas entre las coxas. Tibias 1 con numerosas macrosetas en la cara ventral. Tarsos con tres uñas, con dos a ocho tricobotrias en una sola línea. Opistosoma ovoide. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal pequeño y anterior al colulus; tráquea con dos branquias que generalmente se extienden en el cefalotórax. Colulus vestigial presente. Tres pares de hileras arregladas longitudinalmente; HLA contiguas y alargadas, ligeramente más largas que HLP; HLP con el segmento terminal pequeño. Hembras enteléginas con epiginio simple; con aberturas copulatorias o simples depresiones. Pedipalpo del macho con apófisis retrolateral en la patela de forma variable y con una o más setas; ART de forma variable; cimbio no modificado; tegulo con una cresta biserrada; émbolo en una curva simple, generalmente delgado y alargado (Bennett, 2017a).

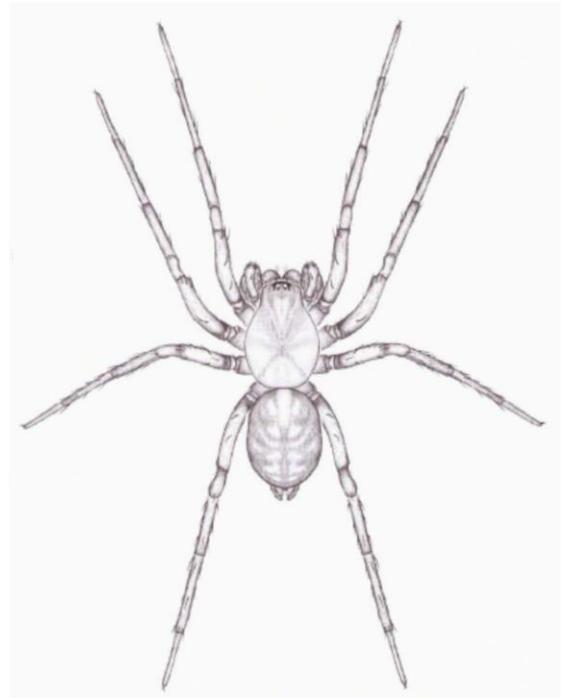


Ilustración de un ejemplar de la familia Cybaeidae.
Tomada de: Bennett, 2017a

Microhábitat: Generalmente se les puede encontrar en el suelo de los bosques. Sin embargo, hay registros de especies recolectadas en bosques riparios y coníferas. Además, se les puede encontrar en el sotobosque y en telas en forma de embudo, en las cuales forman una “canasta” cuadrada con una abertura en cada esquina, de las cuales se extienden un par de largos hilos de seda de cada abertura (Bennett, 2017a).

En la ZAX, se puede encontrar el género:

Cybaeidae gen. et sp.

Familia Deinopidae C. L. Koch, 1850

Diversidad: La familia Deinopidae se encuentra conformada por 3 géneros y 68 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con ocho ocelos, y se caracterizan porque sus ocelos posteriores medios (OPM) son mucho más grandes que el resto de sus ocelos. El prosoma es generalmente más largo que ancho. Presencia de seis dientes tanto en el promargen como el retromargen del quelícero. Esternón más ancho que largo. Patas generalmente largas y delgadas; con tres uñas tarsales cada una. Opistosoma alargado y dos veces más grande que el prosoma. Un par de libros pulmonares y espiráculo traqueal anterior a las hileras. Tres pares de hileras. Cribelo junto a las hileras anteriores. Hembras enteléginas; epiginio con ductos copulatorios laterales. Machos con tegulum redondo y una apófisis central; a su alrededor se encuentra el émbolo envuelto con forma de espiral (Coddington, 2017a).



Fotografía de un ejemplar de la familia Deinopidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar durante la noche (debido a sus hábitos predatorios nocturnos; en ocasiones también se les puede encontrar durante el día), en sus redes que tejen en la vegetación o en oquedades de los troncos de los árboles; sus redes presentan una “simetría bilateral” (Coddington, 2017a).

En la ZAX, se puede encontrar el género:

Deinopis MacLeay, 1839.

Familia Dictynidae O. Pickard-Cambridge, 1871

Diversidad: La familia Dictynidae se encuentra conformada por 53 géneros y 474 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia pueden o no tener ocelos. Cuando los tienen generalmente son ocho ocelos acomodados en dos líneas transversales; OAM en ocasiones reducidos o ausentes. Prosoma generalmente piriforme. Fóvea longitudinal. Quelíceros ligeros o moderadamente geniculados; margen del quelíceros generalmente dentado. Labio cuadrado; tan largo como ancho. Enditos convergentes. Esternón generalmente tan largo como ancho; truncado anteriormente; con extensiones entre las coxas. Patas con tres uñas tarsales; especies cribeladas generalmente sin macrosetas, de cero a cuatro tricobotrias en el tarso, calamistro en una sola línea; especies sin cribelo generalmente con macrosetas, de tres a seis tricobotrias en el tarso formando una sola línea. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal generalmente pequeño y anterior al cribelo o colulus. HLA ligeramente separadas, HLP tan largas o más largas que HLA; cribelo generalmente completo. Hembras enteléginas; epiginio variable, ductos copulatorios generalmente cortos y simples; espermatecas de forma variable. En algunos machos cribelados, la patela se encuentra modificada; ART de forma variable; en ocasiones modificaciones tibiales; émbolo de forma variable (Bennett, 2017b).



Fotografía de un ejemplar de la familia Dictynidae.
Foto: Idlegraphics (Liberado en CC BY-NC-SA) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: A los dictínidos ecribelados se les puede encontrar cerca o a nivel de suelo debajo de rocas o troncos; algunas especies pueden habitar en las cuevas. A los dictínidos cribelados se les puede encontrar en las redes que tejen entre el follaje de los árboles o flores (Bennett, 2017b).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Mallos O. Pickard-Cambridge, 1902.

Familia Diguetidae F. O. Pickard-Cambridge, 1899

Diversidad: La familia Diguetidae se encuentra conformada por 2 géneros y 16 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con seis ocelos acomodados en tres diadas. Prosoma piriforme y aplanado con la región cefálica ancha. Fóvea transversal. Quelíceros fusionados (mediante una membrana) en la parte basal, con una lámina media que forma un “diente” apical; margen con una línea estridulatoria. Labio elongado. Enditos de forma triangular y fuertemente convergentes. Esternón con extensiones entre las coxas. Patas con algunas “espinas”; los machos tienen la pata 1 más larga y con el tarso subsegmentado; el pedipalpo de las hembras carece de uñas. Tarsos con tres uñas cada uno. Prosoma con cavidades ventrales longitudinales anteriores a las hileras. Un par de libros pulmonares. Colulus pequeño y con abundantes setas. Tres pares de hileras pequeñas y contiguas; HLP más largas que el resto. Hembras haplóginas, con la región del gonoporo hinchada. Pedipalpo del macho con la tibia hinchada y tarso bifurcado. Bulbo piriforme, con émbolo corto y en forma de cuchara o diente tubular (Ubick, 2017b).



Fotografía de un ejemplar de la familia Diguetidae.
Créditos: F. Pilo

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar entre la vegetación, en sus telas que construyen en forma de saco tubular y elongado, el cual está conformado de seda y residuos de vegetación y presas. Este peculiar saco se encuentra soportado a una planta, generalmente a una altura igual o menor a de la cintura de un humano adulto.

En la ZAX, se puede encontrar el género:

Diguetia Simon, 1895.

Familia Gnaphosidae Pocock, 1898

Diversidad: La familia Gnaphosidae se encuentra conformada por 147 géneros y 2 445 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Tienen ocho ocelos acomodados en dos líneas de cuatro ocelos cada una; OPM modificados de forma oval a irregular y aplanados; línea de ocelos posteriores en ocasiones ligera o fuertemente procurvada. Opistosoma piriforme. Puede o no haber fóvea. Margen del quelícero en ocasiones dentado, quillado o con lóbulos. Enditos con una marcada o ligera depresión; enditos con serrula. Esternón oval con triángulos precoxales. Patas progradas, presencia de setas en los segmentos de las patas; tarsos con dos uñas, generalmente con mechones de uñas y en ocasiones con escopula. Un par de libros pulmonares en el opistosoma; espiráculo traqueal cercano a las hileras. Tres pares de hileras; HLA elongadas compuestas por un único segmento, generalmente cilíndricas y separadas en su base; hileras con presencia de largos spigots. Hembras enteléginas, con epiginio débil o fuertemente esclerosado y de forma variable. Pedipalpo del macho con ART, con uno o dos dientes. Bulbo con émbolo en ocasiones alargado, conductor y en ocasiones con apófisis media (Ubick, 2017c).



Fotografía de un ejemplar de la familia Gnaphosidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: Se les puede encontrar usualmente a ras de suelo, entre la hojarasca y/o debajo de rocas. En ocasiones se les puede encontrar deambulando en los árboles. Generalmente son de hábitos nocturnos.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Cesonia Simon, 1893.

Familia Hersiliidae Thorell, 1870

Diversidad: La familia Hersiliidae se encuentra conformada por 16 géneros y 188 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con ocho ocelos acomodados en dos líneas fuertemente recurvas. Promargen del quelícero con tres dientes y al menos cuatro dentículos en el retromargen. Labio rebordeado. Enditos fuertemente convergentes. Patas delgadas y alargadas (tercer par de patas más pequeñas que el resto) con algunas macrosetas, metatarsos largos y tarsos pequeños; tres uñas tarsales. Opistosoma piriforme; más ancho posteriormente. Tubérculo anal prominente. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal cercano a las hileras. Presencia de colulus. Hileras anteriores cilíndricas y ligeramente afiladas; hileras posteriores extremadamente largas y con prominentes spigots. Hembras enteléginas; epiginio con aberturas estrechas y espermatecas alargadas. Pedipalpo del macho con macrosetas; bulbo con apófisis media y émbolo de forma variable (Cutler, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Hersiliidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: A estos individuos puede encontrarse sobre o debajo de la corteza de los árboles, en donde se mimetizan con su entorno. Pueden desplazarse rápidamente para esconderse o para capturar a sus presas envolviéndolas con su seda.

En la ZAX, se puede encontrar el género:

Neotama Baehr & Baehr, 1993.

Familia Linyphiidae Blackwall, 1859

Diversidad: La familia Linyphiidae se encuentra conformada por 635 géneros y 4 821 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnos: Los individuos de esta familia generalmente cuentan con ocho ocelos (los habitantes de cuevas carecen de ocelos) acomodados en dos líneas; en ocasiones, los machos cuentan con arreglos inusuales en la región ocular. Prosoma más largo que ancho; región ocular generalmente elevada (en ocasiones presentan formas extrañas); en ocasiones con “huecos” cerca de los OPL; con protuberancias o modificaciones en el clípeo; el margen del opistosoma cuenta con setas inusuales o se encuentra “dentado”; en machos, en ocasiones el prosoma presenta modificaciones de diferentes formas. Quelíceros con dientes en ambos márgenes; en ocasiones con una fila estridulatorio en la cara lateral; en ocasiones los machos tienen un mastidion o una apófisis en forma de diente en la cara anterior del quelícero. Enditos paralelos. Esternón más largo que ancho, con proyecciones entre las coxas 4. Patas con macrosetas; con una tricobotria simple en el metatarso de las patas 1 y 3; en ocasiones con una tricobotria en la pata 4. Tres uñas tarsales. Opistosoma en ocasiones con una placa esclerosada en la cara dorsal (a veces en la cara ventral). Un par de libros pulmonares. Sistema traqueal abierto en un espiráculo sencillo anterior a las hileras. Colulus presente. Tres pares de hileras pequeñas. Hembras enteléginas con epiginio variable. Con estructuras esclerosadas asociadas al par de aberturas copulatorias; en ocasiones presentan escape.

Pedipalpo del macho generalmente con un paracimbio intersegmental; el émbolo forma parte de una estructura compleja denominada división embólica, unido al suprategulo. Los escleritos asociados al tegulo, subtegulo y suprategulo forman una estructura compleja en el pedipalpo; en ocasiones con ART de tamaño y forma variable (Draney y Buckle, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Linyphiidae.
Foto: Carlos Muñoz-Amezcuca (Liberado en CC BY) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar en la hojarasca o a nivel del suelo, además, algunas arañas construyen sus redes entre la vegetación. No obstante, algunas especies son habitantes de cuevas (Draney y Buckle, 2017).

En la ZAX, se puede encontrar el género:

Frontinella F. O. Pickard-Cambridge, 1902.

Familia Lycosidae Sundevall, 1833

Diversidad: La familia Lycosidae se encuentra conformada por 129 géneros y 2 458 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos acomodados en tres líneas; los cuatro ocelos anteriores son más pequeños en comparación con el resto; la línea de ocelos posteriores está fuertemente recurva. Prosoma más largo que ancho y piriforme. Quelíceros largos, robustos y en ocasiones con protuberancias; con tres dientes prolaterales y de dos a cuatro dientes retrolaterales. Patas largas, en ocasiones con una densa escopula. Trocánteres con una muesca. Tarsos con tres uñas. Opistosoma más largo que ancho, cubierto de abundantes setas. Hembras enteléginas, generalmente con un profundo atrio y un distintivo septo medio. Pedipalpo del macho con un émbolo generalmente largo y delgado, que inicia con una apófisis terminal en el extremo distal del bulbo genital; presenta una apófisis media de tamaño variable; en ocasiones con “uña” o dientes retrolaterales (Dondale, 2017a).



Fotografía de un ejemplar de la familia Lycosidae.
Foto: Giovana A. Valencia (Liberado en CC BY) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar deambulando por el suelo o entre la hojarasca en busca de sus presas. Algunos individuos tejen sus redes en forma de túnel, en donde esperan el arribo de una presa potencial.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Lycosidae gen. et sp.

Familia Nesticidae Simon, 1894

Diversidad: La familia Nesticidae se encuentra conformada por 15 géneros y 283 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos acomodados en dos líneas, los OAM generalmente pequeños; en ocasiones con seis ocelos, OAM ausentes. Prosoma más largo que ancho y redondeado. Clípeo ancho. Fóvea poco profunda y redondeada. Promargen del quelícero con tres dientes; retromargen con seis hasta doce pequeños dientes. Labio rebordeado. Enditos subparalelos. Esternón que termina en punta hacia el opistosoma. Patas con largas setas dorsales en tibias y patelas; tarsos 4 con una línea de setas serradas. Tres uñas tarsales. Dos pares de libros pulmonares. Espiráculo traqueal anterior a las hileras. Colulus presente. Tres pares de hileras; HLA y HLP con dos segmentos; HMP unisegmentadas. Hembras enteléginas. Epiginio variable, en ocasiones con septo medio; espermatecas generalmente visibles a través de la cutícula. Pedipalpo del macho: cimbio con paracimbio bien desarrollado. Émbolo largo y delgado (Paquin y Hedin, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Nesticidae.
Foto: Santiago Jaume-Schinkel (Liberado en CC BY-NC-SA)
(Naturalista, 2023)

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar dentro de cuevas, entre la hojarasca, debajo de rocas o dentro de oquedades cerca de ríos y arroyos. Además, algunos individuos tejen sus redes entre la vegetación (Paquin y Hedin, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Nesticidae gen. et sp.

Familia Oecobiidae Blackwall, 1862

Diversidad: La familia Oecobiidae se encuentra conformada por 6 géneros y 120 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con ocho ocelos acomodados en un grupo compacto cerca del centro del carapacho; OAM y OPL semicirculares, el resto, ovales o triangulares. Prosoma semicircular o con forma de “corazón”, más ancho que largo. Fóvea longitudinal; en ocasiones la fóvea está ausente. Quelíceros pequeños y sin dientes. Labio libre, más ancho que largo. Enditos convergentes. Esternón en forma de “corazón”, más ancho que largo. Patas curvadas hacia el cuerpo; pueden o no tener setas. Metatarso con una o dos tricobotrias; metatarso 4 con calamistro biserrado. Tarso con tres uñas. Opistosoma oval o redondeado; tubérculo anal largo y con dos segmentos, con la parte apical cubierta de finas setas. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal cercano a las hileras. Cribelo dividido. HLA y HMP contiguas; HLP con dos segmentos, con el segmento distal largo y curvado. Hembras enteléginas. Epiginio variable, generalmente con escape. Pedipalpo del macho: bulbo con émbolo de forma variable y tres apófisis tegulares (Craig *et al.*, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Oecobiidae.
Foto: Iván López (Liberado en CC BY-NC)
(Naturalista, 2023)

Microhábitat: Los individuos de esta familia son de pequeño tamaño y tienden a realizar sus redes debajo de rocas (específicamente en pequeñas oquedades debajo de ellas), en las cuales tejen sus redes en forma de “pabellón” o “sábana”, quedando ocultas bajo su red; puede haber muchos individuos de esta familia coexistiendo bajo una misma roca.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Oecobius Lucas, 1846

Familia Oonopidae Simon, 1890

Diversidad: La familia Oonopidae se encuentra conformada por 115 géneros y 1 893 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen seis ocelos agrupados en el carapacho. Prosoma piriforme, de ligera a fuertemente convexo; en ocasiones con tubérculos o estrías. Quelíceros sin dientes. Enditos estrechos apicalmente; en ocasiones modificados en los machos. Esternón oval o en forma de corazón; en ocasiones con expansiones laterales. Patas con pares de setas en la cara ventral o anterior de las tibia y metatarsos; los pedipalpos de las hembras carecen de uñas. Tarsos con dos uñas. El opistosoma puede o no presentar una placa esclerosada. Un par de libros pulmonares. Dos espiráculos traqueales cerca del surco epigástrico. Sin colulus. HLA pequeñas, cónicas y contiguas. Hembras haplóginas, con la región del gonoporo débilmente esclerosada. Pedipalpo del macho con un simple bulbo expuesto; en ocasiones fusionado con el tarso. Émbolo con o sin estructuras asociadas (Ubick y Dupérré, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Oonopidae.
Foto: Santiago Jaume-Schinkel (Liberado en CC BY-NC-SA)
(Naturalista, 2023)

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar debajo de la hojarasca o debajo de rocas. Los oonópidos, al igual que muchos individuos de otras familias, no tejen redes aéreas. Sin embargo, con su seda construyen pequeñas cámaras (Ubick y Dupérré, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Oonopidae gen. et sp.

Familia Oxyopidae Thorell, 1870

Diversidad: La familia Oxyopidae se encuentra conformada por 9 géneros y 446 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Esta familia se distingue de las demás por su peculiar arreglo ocular. Los ocelos anteriores se encuentran recurvados y los ocelos posteriores se encuentran procurvados, formando una figura hexagonal; los OAM (de tamaño pequeño) se encuentran debajo del “hexágono”. Quelíceros largos y unidos en su base. Patas delgadas y alargadas con abundantes setas; tres uñas tarsales. Opistosoma alargado; con un par de libros pulmonares. Hileras cilíndricas con el primer segmento del par anterior y posterior relativamente más largo que el resto de los segmentos. Hembras enteléginas, con epiginio fuertemente esclerosado; en ocasiones el epiginio presenta una protuberancia (escape) (Brady y Santos, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Oxyopidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar fácilmente entre la hierba, en donde acechan a sus presas. También es posible encontrarlos entre la hojarasca del suelo y sobre las flores e inflorescencias de las plantas/árboles.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Hamataliwa Keyserling, 1887.

Oxyopes Latreille, 1804.

Peucetia Thorell, 1869.

Familia Philodromidae Thorell, 1870

Diversidad: La familia Philodromidae se encuentra conformada por 29 géneros y 522 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos acomodados en dos líneas transversales recurvadas; en ocasiones los ocelos se encuentran sobre tubérculos. Prosoma generalmente tan largo como ancho, cubierto con setas. Quelíceros cortos y delgados. Patas laterigradas, largas y delgadas; usualmente con escopula y mechones de uñas; las patas 2 son más largas que el resto de las patas. Tarsos con dos uñas. Prosoma elongado a oval, algo aplanado y cubierto con setas. Hembras enteléginas; epiginio generalmente con un septo medio aplanado, con las aberturas copulatorias a los lados del septo medio. Pedipalpo del macho con ART y en ocasiones con AVT; tegulo aplanado o algo convexo, con una simple estructura abierta en el ducto seminal visible a través del tegumento. Émbolo de tamaño variable y delgado; en ocasiones se arquea alrededor de la punta del tegulo (Dondale, 2017b).



Fotografía de un ejemplar de la familia Philodromidae.
Foto: Yoatzin Peñaflor (Liberado en CC BY) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: A los individuos de esta familia se les puede encontrar sobre las flores de las plantas, en donde acechan a sus presas potenciales. Además, es posible encontrarlos sobre los árboles, deambulando sobre las ramas y en ocasiones en los troncos de los mismos.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Apollophanes O. Pickard-Cambridge, 1898.

Ebo Keyserling, 1884.

Familia Pholcidae C. L. Koch, 1850

Diversidad: La familia Pholcidae se encuentra conformada por 97 géneros y 1 909 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia pueden tener de ocho a seis ocelos; OAL y ocelos posteriores forman dos triadas; OAM pueden o no estar presentes entre las dos triadas de ocelos. Prosoma aproximadamente tan largo como ancho; clípeo tan ancho como los quelíceros; en ocasiones con proyecciones en la región ocular. Quelíceros fusionados en la parte basal y quelados; en machos, en ocasiones se modifican sexualmente. Labio fusionado al esternón. Patas en ocasiones muy largas; tibias con dos o tres tricobotrias. Tarsos en ocasiones pseudosegmentados; con tres uñas terminales. Opistosoma elongado o redondeado. Un par de libros pulmonares. En ocasiones con espiráculo traqueal. HLA largas y cónicas; HMP pequeñas y parcialmente ocultas por unas aplanadas HLP. Hembras haplóginas; genitalia generalmente cubierta con una placa esclerosada. En ocasiones el pedipalpo del macho es grande y con segmentos modificados sexualmente. Paracimbro en ocasiones grande y complejo (Huber, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Pholcidae.
Foto: Idlegraphics (Liberado en CC BY-NC-SA) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: Se les puede encontrar en lugares oscuros, como debajo de rocas, debajo de la hojarasca o en oquedades de rocas o árboles. Además, algunos individuos son habitantes de cuevas, en donde es común encontrar individuos de esta familia (Huber, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Pholcidae gen. et sp.

Familia Pisauridae Simon, 1890

Diversidad: La familia Pisauridae se encuentra conformada por 52 géneros y 359 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con ocho ocelos; ocelos anteriores en una línea recta o ligeramente recurva; ocelos posteriores más grandes que los ocelos anteriores, y en una línea recurva. Prosoma posteriormente más ancho y con la región cefálica a veces elevada. La uña del quelícero presenta dientes. Esternón truncado anteriormente y puntiagudo posteriormente. Patas progradas; en ocasiones la pata 4 es más larga que el resto; la pata 3 siempre es más corta; con pares de macrosetas en la cara ventral del tarso, metatarso y tibia; con tricobotrias en el dorso del tarso, metatarso y tibia, en ocasiones también en el fémur. Tarsos con tres uñas. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal cercano a las hileras. Tres pares de hileras. Hembras enteléginas; epiginio generalmente compuesto de tres lóbulos distintos; lóbulos laterales cubren el atrio genital. Pedipalpo del macho con ART prominente, apófisis media y tegulo conspicuo en la cara ventral de un complejo bulbo genital (Carico, 2017a).



Fotografía de un ejemplar de la familia Pisauridae.
Foto: Yoatzin Peñaflor (Liberado en CC BY) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: A algunas especies de esta familia es común encontrarlas cerca de cuerpos de agua, en la vegetación, sobre rocas o a la orilla de los cuerpos de agua, en donde capturan presas potenciales cerca de la misma; algunas especies pueden atrapar pequeños peces. Otras especies pueden ser encontradas deambulando entre la hojarasca o la vegetación (Carico, 2017a).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Pisauridae gen. et sp.

Familia Salticidae Blackwall, 1841

Diversidad: La familia Salticidae se encuentra conformada por 672 géneros y 6 532 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de la familia Salticidae cuentan con ocho ocelos. Los OAM son más grandes en contraste con el resto. Los OAL y la línea de ocelos posteriores se encuentran recurvados sobre el carapacho; OPM más pequeños en contraste con el resto. Prosoma más largo que ancho; en especies mirmecomorfas muy alargado. Quelíceros generalmente gruesos y fuertemente dentados. Enditos y labio, más largos que anchos; enditos con escopula. Dos uñas tarsales; a veces con mechones de uñas. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal cercano a las hileras. Hileras pequeñas; anteriores y posteriores aproximadamente del mismo tamaño. Hembras enteléginas, con epiginio generalmente bien esclerosado. Pedipalpo del macho con ART (Richman *et al.*, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Salticidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: Se les puede encontrar en diferentes microhábitats, debido a su versatilidad para cazar presas en diferentes estratos. Es común encontrar el refugio de algunas especies en oquedades, entre los espacios de las hojas de los árboles o las plantas.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Colonus F. O. Pickard-Cambridge, 1901.

Lyssomanes Hentz, 1845.

Nycerella Galiano, 1982.

Paraphidippus F. O. Pickard-Cambridge, 1901.

Phidippus C. L. Koch, 1846.

Sarinda Peckham & Peckham, 1892.

Sassacus Peckham & Peckham, 1895.

Familia Scytodidae Blackwall, 1864

Diversidad: La familia Scytodidae se encuentra conformada por 4 géneros y 240 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con seis ocelos acomodados en tres diadas que forman una línea fuertemente recurva. Prosoma convexo, más elevado en la región torácica. Quelíceros fusionados en la parte basal mediante una membrana; presencia de una lámina media que forma un diente apical. Labio cuadrado y fusionado al esternón. Enditos fuertemente convergentes. Esternón oval con extensiones entre las coxas. Patas generalmente largas. Tarsos con tres uñas. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal simple y anterior a las hileras. Colulus grande. Tres pares de hileras pequeñas y contiguas. Hembras haplóginas, con modificaciones esclerosadas en forma de depresiones circulares posteriores al surco epigástrico. Tarso del pedipalpo del macho con el bulbo unido en la parte basal. Bulbo esférico con un émbolo simple o con proyecciones apicales (Ubick, 2017d).



Fotografía de un ejemplar de la familia Scytodidae.
Foto: Jaico Caballero (Liberado en CC BY-NC) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: Estos individuos pueden capturar a sus presas mediante unos delgados “hilos” compuestos de seda y veneno, mismos que lanzan (o escupen) a sus potenciales presas a través del colmillo del quelíceros. Algunos de estos individuos construyen sus redes a nivel de suelo, debajo de rocas o en la hojarasca (Ubick, 2017d).

En la ZAX, se puede encontrar el género:

Scytodes Latreille, 1804.

Familia Selenopidae Simon, 1897

Diversidad: La familia Selenopidae se encuentra conformada por 9 géneros y 281 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos, seis acomodados en una línea anterior y dos en una línea posterior. Prosoma aplanado dorsoventralmente, con la región torácica convexa lateralmente. Fóvea longitudinal. Quelíceros geniculados y robustos, con ambos márgenes dentados. Labio tan ancho o más ancho que largo; redondeado anteriormente y truncado posteriormente. Enditos convexos y semiparalelos, con escopula. Esternón circular u ovoide, con proyecciones entre las coxas 4. Patas laterigradas y con tricobotrias en todos los segmentos. Tarsos con dos uñas y con escopula. Prosoma más largo que ancho, oval y aplanado dorsoventralmente. Un par de libros pulmonares. Un espiráculo traqueal simple cercano a las hileras. Tres pares de hileras. Hembras enteléginas; epiginio con aberturas de espermatecas en los márgenes. Pedipalpo del macho generalmente con una larga y compleja ART. Émbolo largo extendido alrededor del cimbio, con una simple apófisis media (Crews, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Selenopidae.
Foto: Idlegraphics (Liberado en CC BY-NC-SA) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: A estos individuos es posible encontrarlos debajo de rocas, sobre los troncos o bajo las cortezas de los árboles. En ocasiones se les puede encontrar deambulando en los troncos de los árboles, en donde se camuflan y desplazan en busca de potenciales presas.

En la ZAX, se puede encontrar el género:

Selenops Latreille, 1819.

Familia Sicariidae Keyserling, 1880

Diversidad: La familia Sicariidae se encuentra conformada por 3 géneros y 172 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Esta familia se caracteriza porque sus integrantes tienen seis ocelos (tres pares) dispuestos en una línea fuertemente recurva. Prosoma piriforme, más largo que ancho y con una fovea longitudinal. Quelíceros fusionados en su base, con una lámina media que forma un diente; presenta un margen estridulatorio. Labio alargado. Enditos fuertemente convergentes. Esternón semicircular con extensión hacia las coxas. Patas alargadas y tarso con dos uñas terminales. Opistosoma ovalado; un par de libros pulmonares y espiráculo traqueal cercano a las hileras. Colulus grande y puntiagudo. HLA más grandes que el resto y separadas por lo ancho del colulus. Hembras haplóginas (generalmente sin espermateca visible). Pedipalpo del macho con tibia engrosada, tarso pequeño, bulbo esférico y émbolo en punta (Ubick, 2017e).



Fotografía de un ejemplar de la familia Sicariidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: De manera silvestre, a estos individuos se les puede encontrar debajo de rocas o en oquedades en los árboles, en donde tienden su seda a manera de “manta” o “pabellón” con una característica tonalidad ligeramente azulada (obs. pers).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Loxosceles Heineken & Lowe, 1832.

Familia Sparassidae Bertkau, 1872

Diversidad: La familia Sparassidae se encuentra conformada por 96 géneros y 1 455 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos dispuestos en dos líneas de cuatro ocelos cada una. Prosoma más largo que ancho; fovea longitudinal. “Colmillos” del quelícero dentados en ambos márgenes. Esternón en forma de pentágono. Patas laterígradas; metatarso con una membrana de tres lóbulos con extensión dorsoapical. Dos uñas tarsales, mechones de uñas y escopula. Opistosoma más largo que ancho; en ocasiones aplanado dorsoventralmente. Tres pares de hileras (cónicas y contiguas); puede o no haber colulus. Hembras enteléginas; epiginio ligeramente esclerosado. Pedipalpo del macho con ART (Lew, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Sparassidae.
Créditos: E. Villa

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar en oquedades de los árboles o sobre la hierba, errando a ras del suelo, y en ocasiones merodeando en las cortezas de los árboles o en la vegetación, en donde cazan a sus presas por emboscada.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Sparassidae gen. et sp.

Familia Tetragnathidae Menge, 1866

Diversidad: La familia Tetragnathidae se encuentra conformada por 45 géneros y 990 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos acomodados en dos líneas transversales; los ocelos medios forman un trapecio a la misma distancia de los ocelos laterales. Prosoma más largo que ancho. Quelíceros en ocasiones muy elongados; quelíceros fuertemente dentados, especialmente en machos. Labio más largo que ancho o viceversa. Enditos largos, distalmente anchos. Esternón más largo que ancho. Pata 1 más larga y pata 3 más corta que el resto; en ocasiones con tricobotrias en el fémur de la pata 4. Tarsos con tres uñas. Opistosoma oval o elongado. Dos pares de libros pulmonares. Espiráculo traqueal anterior al colulus. Colulus presente. Tres pares de hileras, con spigots en HLP. Hembras enteléginas y secundariamente haplóginas. Epiginio aplanado, con una depresión y generalmente sin proyecciones ventrales. Pedipalpo del macho con paracimbio unido al cimbio, en ocasiones modificado y elongado. Émbolo envuelto por una estructura conductora (Levi y Hormiga, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Tetragnathidae.
Créditos: E. Villa

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar en sus redes que construyen entre la vegetación, y en ocasiones (dependiendo de la especie), cerca de cuerpos de agua o en las entradas de cuevas o túneles (Levi y Hormiga, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Leucauge White, 1841.

Tetragnatha Latreille, 1804.

Familia Theridiidae Sundevall, 1833

Diversidad: La familia Theridiidae se encuentra conformada por 124 géneros y 2 541 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con ocho ocelos; ocelos medios distanciados de los ocelos laterales. Prosoma generalmente más largo que ancho. Quelíceros ligeramente esclerosados; en ocasiones sin dientes o con pequeños dentículos. Labio rebordeado. Enditos más largos que anchos y distalmente convergentes. Esternón más largo que ancho; con terminación puntiaguda posteriormente. Primer par de patas generalmente más largo que el resto, seguido del segundo par; tercer par más corto que el resto. En ocasiones con macrosetas en el cuarto par. Tarso del cuatro par de patas con una línea de setas serruladas; tres uñas terminales. Opistosoma generalmente redondo; un par de libros pulmonares y espiráculo traqueal frente a las hileras. Puede o no haber Colulus. Tres pares de hileras; hileras medias ocultas por los otros dos pares; spigots alargados. Hembras enteléginas; epiginios con dos receptores seminales, en ocasiones con una depresión. Pedipalpo del macho con tibia en forma cónica (en ocasiones pequeña), con una línea regular de setas alargadas en el borde distal del bulbo; presencia de un gancho en el extremo distal del cimbio o detrás del bulbo; apófisis media debajo del gancho del cimbio (Agnarsson y Levi, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Theridiidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: Es común encontrarlas sobre sus redes irregulares, las cuales tejen entre la vegetación y las oquedades de troncos o debajo de rocas. En la ZAX fue común encontrar ejemplares del género *Latrodectus* Walckenaer, 1805 en zonas antropizadas; oquedades de muros y con mayor frecuencia dentro de las hojas de suculentas.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Latrodectus Walckenaer, 1805.

Rhomphaea L. Koch, 1872.

Steatoda Sundevall, 1833.

Theridion Walckenaer, 1805.

Tidarren Chamberlin & Ivie, 1934.

Familia Theridiosomatidae Simon, 1881

Diversidad: La familia Theridiosomatidae se encuentra conformada por 20 géneros y 137 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos acomodados en dos líneas transversales. Prosoma casi tan ancho como largo; clípeo ancho. Quelíceros robustos, dentados de una forma irregular. Esternón truncado, con “poros” en la unión del esternón y labio. Patas con tricobotrias en la tibia 3 y 4, y en ocasiones una larga tricobotria en la tibia 4. Tarsos con tres uñas. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal anterior a las hileras. Colulus pequeño y de aspecto “carnoso”. Tres pares de hileras. Hembras enteléginas, con ductos copulatorios fusionados a las espermatecas; epiginio ligeramente elevado. Pedipalpo del macho con el bulbo grande, con una apófisis media y con una compleja división embólica oculta entre un amplio conductor en forma de navaja. El ducto eyaculatorio es muy complejo; la forma de este ducto es una sinapomorfia de la familia (Coddington, 2017b).



Fotografía de un ejemplar de la familia Theridiosomatidae.
Foto: Idlegraphics (Liberado en CC BY-NC-SA) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: Estos individuos construyen sus redes orbiculares entre la densa vegetación. Una vez que tienen hecha su red, hilan un hilo de seda desde el centro de la red y lo estiran suspendiéndolo a una planta cercana, dando a la red un aspecto de cono. Cuando una presa potencial hace contacto con la red, la araña rompe el hilo de seda y la red impacta contra la potencial presa, capturándola (Coddington, 2017b).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Theridiosomatidae gen. et sp.

Familia Thomisidae Sundevall, 1833

Diversidad: La familia Thomisidae se encuentra conformada por 171 géneros y 2 173 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Esta familia se caracteriza porque sus integrantes tienen ocho ocelos dispuestos en dos líneas transversales. Los ocelos laterales son prominentes y se encuentran dispuestos sobre tubérculos. El prosoma es convexo y más ancho que largo. Los quelíceros son cortos y anchos en su base; generalmente sin dientes en el retromargen. Patas laterígradas; las patas 1 y 2 son más largas que las patas 3 y 4; todas con macrosetas en la cara ventral y dos uñas tarsales. Hembras enteléginas con epiginio fuertemente esclerosado. Pedipalpo del macho con ART, AVT y a veces con apófisis intermedia en la tibia. Émbolo de tamaño variable (Lapp y Dondale, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Thomisidae.
Créditos: J.A. Meza

Microhábitat: A los individuos de esta familia es fácil encontrarlos en casi todos los estratos arbóreos, principalmente sobre las flores e inflorescencias de las plantas, donde muchas especies se posan y camuflan para acechar a sus presas.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Bucranium O. Pickard-Cambridge, 1881.

Isaloides F. O. Pickard-Cambridge, 1900.

Mecaphesa Simon, 1900.

Misumenoides F. O. Pickard-Cambridge, 1900.

Parasynema F. O. Pickard-Cambridge, 1900.

Synema Simon, 1864.

Tmarus Simon, 1875.

Familia Trachelidae Simon, 1897

Diversidad: La familia Trachelidae se encuentra conformada por 20 géneros y 265 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia cuentan con ocho ocelos acomodados en dos líneas; en ocasiones la línea de ocelos posteriores se encuentra recurvada. Prosoma piriforme, en ocasiones truncado anteriormente. Quelíceros con dientes en ambos márgenes. Labio más largo que ancho. Enditos más largos que anchos y con serrula; en ocasiones con una constricción media. Esternón oval con triángulos precoxales. Patas con pequeñas cuspulas. Tarsos con dos uñas y pequeñas setas. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal cercano a las hileras. Colulus presente. Tres pares de hileras agrupadas; HLA cónicas y contiguas; HMP elongadas en hembras; HLP con el segmento apical pequeño. Hembras enteléginas con epiginio fuertemente esclerosado; generalmente con dos aberturas copulatorias separadas. Pedipalpo del macho con ART. Bulbo variable; en ocasiones enrollado de forma compleja (Richman, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Trachelidae.
Foto: Iván López (Liberado en CC BY-NC) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: A estos individuos se les puede encontrar en la vegetación o en el follaje, deambulando en el suelo o entre la hojarasca (Richman, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Trachelidae gen. et sp.

Familia Trechaleidae Simon, 1890

Diversidad: La familia Trechaleidae se encuentra conformada por 17 géneros y 133 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosís: Los individuos de esta familia tienen ocho ocelos dispuestos en dos líneas; línea de ocelos anteriores ligeramente recurva; ocelos posteriores más grandes y en una línea recurva. Uña del quelícero dentada. Esternón truncado anteriormente y puntiagudo posteriormente. Patas de aspecto laterígradas, con pares de macrosetas en la cara ventral de tibia y metatarso, y con tricobotrias en el dorso de todos los segmentos excepto en fémur. Tarsos semisegmentados y flexibles. Tres uñas tarsales. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal cercano a las hileras. Tres pares de hileras. Hembras enteléginas con epiginio esclerosado. Pedipalpo del macho con una prominente ART; apófisis media, tegulo y subtegulo en la superficie ventral de un complejo bulbo genital (Carico, 2017b).



Fotografía de un ejemplar de la familia Trechaleidae.
Créditos: F. Pilo

Microhábitat: Se puede encontrar a individuos de esta familia sobre rocas a la orilla de cuerpos de agua. Estos individuos pueden caminar/correr sobre el agua y, pueden caminar sobre rocas sumergidas en el agua (Carico, 2017b).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Trechalea Thorell, 1869.

Familia Uloboridae Thorell, 1869

Diversidad: La familia Uloboridae se encuentra conformada por 19 géneros y 287 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia tienen dos líneas de ocelos con cuatro ocelos cada una; en ocasiones los OAL son muy pequeños y la línea de ocelos posteriores está fuertemente recurva y/o con los OPL sobre tubérculos. Prosoma piriforme, oval o rectangular. Fóvea transversal. Quelíceros con pequeños dientes en ambos márgenes. Labio generalmente tan largo como ancho. Enditos generalmente más largos que anchos. Esternón oval con ligeras proyecciones entre las coxas; en ocasiones el esternón se divide en tres regiones debido a una ligera esclerotización. Patas 1 y 2 dirigidas anteriormente, patas 3 y 4 dirigidas posteriormente; fémur 2, 3 y 4 con una línea de largas tricobotrias; en hembras, el calamistro forma una sola línea de setas; machos adultos carecen de calamistro; patas con una línea de cortas macrosetas en la cara ventral del metatarso y tarso 4. El opistosoma en ocasiones presenta protuberancias. Con un par tráqueas setosas anteriores al cribelo. Hileras pequeñas, cónicas y agrupadas. Hembras enteléginas con epiginio esclerosado, con o sin lóbulos y ductos abiertos en el margen anterior o posterior. Pedipalpo del macho en ocasiones con un cimbio cóncavo y una gran membrana basal debajo de un tegulo en forma de disco; con una apófisis media en forma de domo originada en el centro del tegulo; el pedipalpo puede o no presentar uno o dos dientes en la apófisis media. En ocasiones el émbolo es guiado por un conductor originado en la base de la apófisis media o por un diente originado en el tegulo (Opell, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Uloboridae.
Foto: Alberto Alcalá (Liberado en CC BY) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: Estos individuos construyen sus redes entre la vegetación o entre oquedades en los troncos de los árboles. En ocasiones tejen sus redes a nivel de suelo.

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

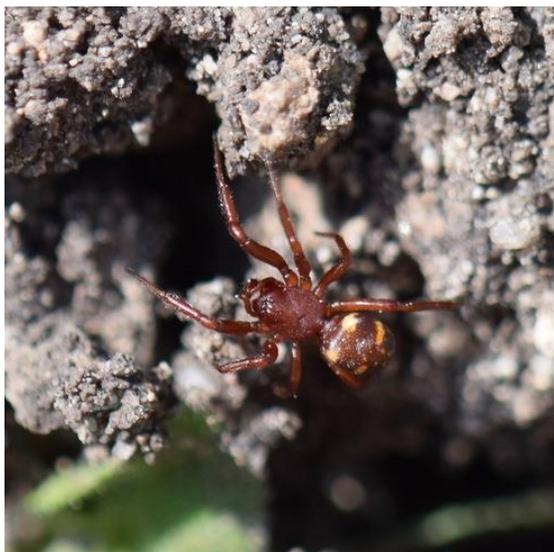
Miagrammopes O. Pickard-Cambridge, 1870.

Uloborus Latreille, 1806.

Familia Zodariidae Thorell, 1881

Diversidad: La familia Zodariidae se encuentra conformada por 90 géneros y 1 265 especies alrededor del mundo (W.S.C., 2023).

Diagnosis: Los individuos de esta familia poseen ocho ocelos acomodados en dos líneas transversales; en ocasiones la línea de ocelos posteriores se encuentra ligeramente procurva. Prosoma piriforme, con el clípeo y el área cefálica ancha. Quelíceros con o sin dientes; en ocasiones con pequeñas cuspidas como dientes. Labio más largo que ancho. Enditos convergentes. Esternón oval. Patas progradas, con o sin “espinas”. Tarsos con tres uñas; uñas dentadas. Un par de libros pulmonares. Espiráculo traqueal cercano a las hileras. Colulus representado por setas. HLA elongadas, generalmente cilíndricas y contiguas; hileras posteriores reducidas. Hembras enteléginas con epiginio fuerte o débilmente esclerosado, con un lóbulo medio grande o pequeño. Pedipalpo del macho con ART, cimbio distal con o sin modificaciones setosas en la parte apical. Bulbo con un émbolo curvado y con al menos una apófisis tegular (Ubick y Craig, 2017).



Fotografía de un ejemplar de la familia Zodariidae.
Foto: Idlegraphics (Liberado en CC BY-NC-SA) (Naturalista, 2023)

Microhábitat: Es común encontrar a estos individuos a nivel de suelo, cerca de la base de las plantas o rocas. Algunos individuos construyen redes en forma de iglú, utilizando granos de arena/tierra. En el día, se pueden desplazar a nivel de suelo, de una roca a otra; algunas especies son de hábitos nocturnos (Ubick y Craig, 2017).

En la ZAX, se pueden encontrar géneros como:

Zodariidae gen. et sp.

Cuernavaca, Morelos a 25 de abril de 2022.

DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E.

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **EMMANUEL VILLA COSME**, con el título del trabajo: **DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA ARANEOFAUNA (ARACHNIDA: ARANEAE) EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE XOCHICALCO, MORELOS, MÉXICO**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para contar con el voto aprobatorio para que pueda optar por la Modalidad de Titulación por Tesis como lo marca el artículo 4° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

A T E N T A M E N T E
Por una humanidad culta

JURADO REVISOR

FIRMA

PRESIDENTE: BIÓL. JUAN CARLOS SANDOVAL MANRIQUE

SECRETARIO: DRA. LETICIA VALENCIA CUEVAS

VOCAL: M. EN BI.B. Y C. MIGUEL MENÉNDEZ ACUÑA

SUPLENTE: DRA. MA. VENTURA ROSAS ECHEVERRÍA

SUPLENTE: DR. RICARDO PAREDES LEÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

RICARDO PAREDES LEÓN | Fecha:2022-04-25 12:13:31 | Firmante

TfusJslMCH2jV/ynpz9Gr/6g6/VWzw+45H/c3t1Vd7DCzTe/qeDZUZni2v6ddMhTunn3plj1qr4x80FOf4x7uXd0Qqr2f1jeRlefDLq4l4dedDsW1kGuxQj+xlLJshdx7admb2GwbHXbepP
XZtkrBiZSO+wW9ebfYaG5cxin824+7jygs9u/cyW6n/GGdQlXyws69+Uie20wWvY5qjrrGZMZzwUclnBwCajVJQJ7Ln1F3vDI7HO8Bglh/8dhsyrnosC0HINGeipH4mk8xXOYXgsh0Z
qq8xH98bLknieQfUbv2nllv07OadOvflKbFpsmJclSDMMn8GQZp5ZplBtsA==

MA VENTURA ROSAS ECHEVERRIA | Fecha:2022-04-25 15:58:55 | Firmante

iEj+Q/8gOjrgTqWIBuPF53DL2qQgHHjacMVRae+b+AAOKT+uWV98lghV5ayhgO2SORwm4rEydqJzVJRbM6q1eAQUp2/eA4SCJw6uotKWsdGyRUiSD5HRypkPKkXKXVdeV3u
W/ti/Vm2FriFYxgWz7yM6pnBPHkPGPy7CQliffFuNGn+ym/3Jm7fl93IDOAZ195hAQ94glMum8+sfNhlzd5Mfkdqc2j4uifdhr5nPFBAlWoOaBiodoAZZQAcEYz1JcdBNLBSwtneJ68g
w5F0kVJRHLVAmVJTPqmr6OEDtb0LgUba6svN0nRUn/7uq95Okgu0JKZvdcGe2bx0FRZwQ==

JUAN CARLOS SANDOVAL MANRIQUE | Fecha:2022-04-26 10:44:16 | Firmante

kABVgOV9qZNVqa/ACceZP/le5yQJOZHL0CRgwnyTt4RzRa9V+ugQ6+uvUTK7+4gyiG/9YHisHTFHjJDEwuiMfV07RjvFagcjNyUWV2gkoF0ngXFj+Ju+Of4Nkx5RSqYgni410aG
D3CGXEMnY72kfj/C95mngSnbDMT9rVOeXTANLb2pU6vz1M5FREyTaDtlbyVG1HASTg3D+v2QQRm/5IJF8Qt/Cuq+BEr60B4PZn0kVfEsp4ZIS5P2aPbdDaWITBPhVJSDXTGfG
JsDU1fSmOisPZwXmGXw0Ju1RS2jqQahpW5GL40Gum93IRmknjvEL/x4T+34ny9HMIBI7KpoA==

MIGUEL MENÉNDEZ ACUÑA | Fecha:2022-04-26 15:33:38 | Firmante

EL9XHmog6Ux8swxYekZ+vDAVziFWOhkm8Ve5u2LEkA0NYi0kUothQAh98FMi03mLv8tdi+pkOHzyK4NRui3wk7Cb+aH3VmANT6rFT49tXcqk/JtA76n/tp2sfkhqrYDdjELBFpgWS
Eixd6sXokBy3WpsotCjwHUPFLhkHOPLZJGx1FjQqxVvgqKfGHAJ3Xe/+ARB2YBQyL1Gka2DhDmY1jhrty02k9og2C6lpISGtPHaCm6epDn0r7mgZMH8RRvCg1rp7qmA/SNc
yvsdUudqBQ5aFauNE8/qgvD4Mvhn7Ljp07IFUsVpH7YOMB2+OS6lle0pDmYPS4p7aKqx/Q==

LETICIA ISABEL VALENCIA CUEVAS | Fecha:2022-04-26 15:39:05 | Firmante

glDWWeyKc4R9uH/RT/g8StWjCbFMxgENckgQNwmW7K4hglRpmHNL/PxuPVnHKOk01rMKAOW4P3GHY99VzWE+ZHK+c62EMJwAlzFg+nZOHCT5LzTYmN0Tbw6MTYoxyNr
KaKN3Hkg0paleDmzsoe+OgwnqvZBmUHBbQHT+Tm38O+bwxBNqxbdLO3G4v4R3KWO52u2qFuECGwwATIqgbg9ID8ZscT3sqg3dha/vMixEOOIG1VBrgLCv84L8GdZMGKV
MBgnsjOtytPLSJRrm/GrDu/nZuPLuQ/bx880REitxBFqr2YK8SV+PtMU8T5j5oFN2+WLCBZIJ8lgAGNKVs5w==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[sgxcq5ik6](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/si2Mz12kQaUBYDG4zCMhKw0kaakV9l>

